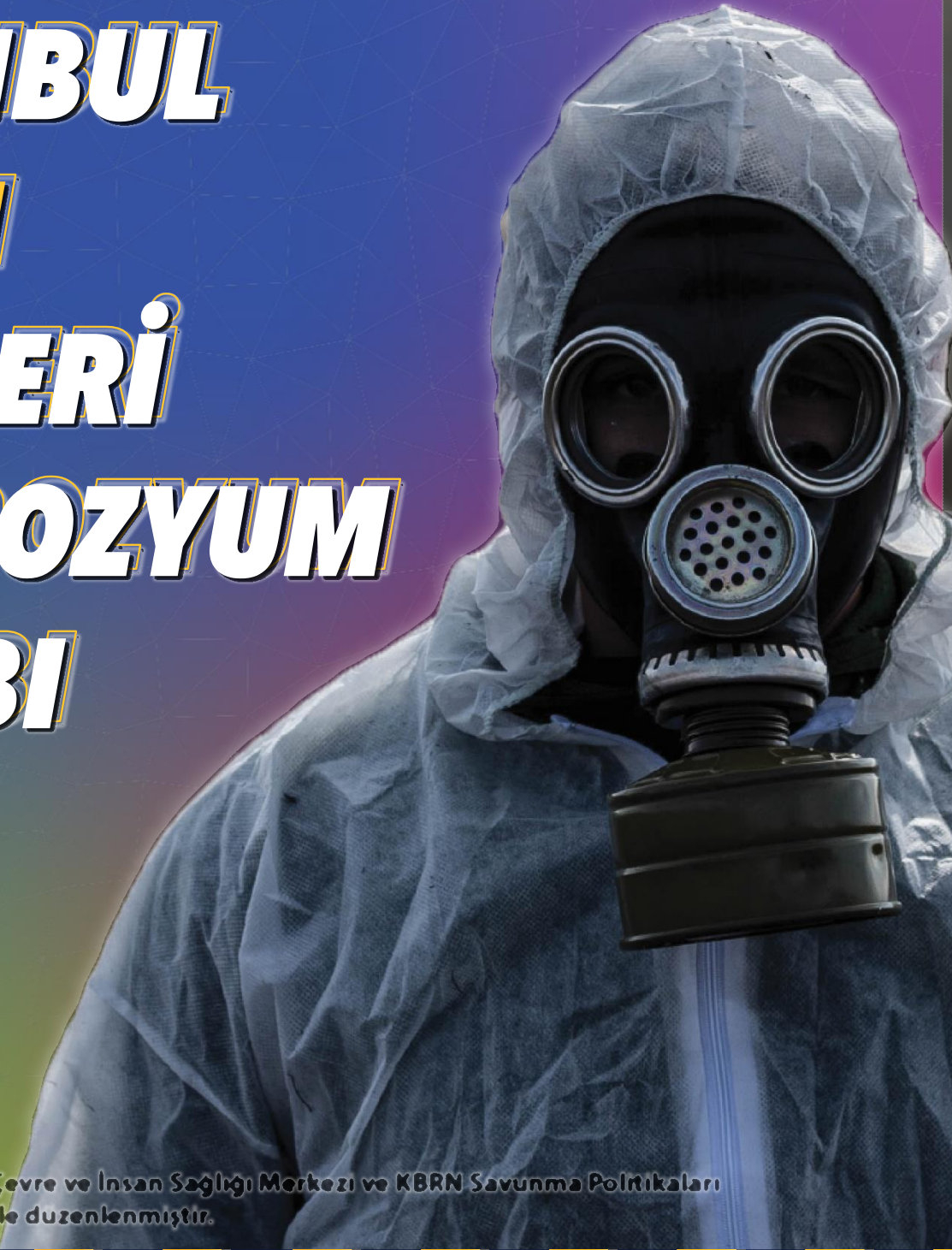




İSTANBUL KBRN GÜNLERİ SEMPOZYUM KİTABI



Istanbul Aydın Üniversitesi Çevre ve İnsan Sağlığı Merkezi ve KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği İşbirliği ile düzenlenmiştir.



İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
KBRN
www.istanbulkbrn.org



İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
Çevre ve İnsan
Sağlığı Merkezi



istanbulkbrn.org





1. İSTANBUL KBRN GÜNLERİ SEMPOZYUMU

İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FLORYA YERLEŞKESİ,
İSTANBUL, TÜRKİYE

20-21 EKİM 2023

<https://istanbulkbrn.org/>

İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI

1. İSTANBUL KBRN GÜNLERİ SEMPOZYUMU

İMTİYAZ SAHİBİ

Doç. Dr. Mustafa AYDIN

YAYIN KURULU BAŞKANI

Prof. Dr. Mehmet Reşat BAŞAR

EDİTÖRLER / EDITORS

Prof. Dr. Levent KENAR, Doktorant Süreyya KUMRU

YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD

Prof. Dr. Selçuk KILIÇ,

Doç. Dr. Mesut ORTATATLI

Uzm. Dr. Bengü Mutlu SARIÇİÇEK

E-ISBN

978-625-7783-98-9

KAPAK TASARIMI

İstanbul Aydın Üniversitesi Görsel Tasarım Koordinatörlüğü

BASIM YILI

2024

Copyright © İstanbul Aydın Üniversitesi

Bu kitabın tamamının yayımlayan kurumun izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılması, yayımlanması yasaktır. Bildirilerin içeriğinden yazarlar sorumludur

Bu kitabın yayın hakları İstanbul Aydın Üniversitesi'ne aittir.

İÇİNDEKİLER

Önsöz.....	6
Kurullar.....	7
Program.....	10
Açılış Konuşmaları.....	13

Prof. Dr. Ali SINAĞ, Rektör Yardımcısı, İstanbul Aydın Üniversitesi Rektörlüğü Adına, İstanbul, Türkiye.....

Prof. Dr. Mehmet Reşat BAŞAR, Rektör Yardımcısı, İstanbul Aydın Üniversitesi Çevre ve İnsan Sağlığı Müdürü (ÇEVSAM), İstanbul, Türkiye.....

Prof. Dr. Selçuk KILIÇ, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkanı, İstanbul, Türkiye.....

Prof. Dr. Halit Tanju BESLER, İstanbul Aydın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanı, İstanbul, Türkiye.....

1.- Panel-I KBRN TEHDİDİ ve GENEL YAKLAŞIM17

Oturum Başkanları: Prof. Dr. Zafer ASLAN, İstanbul Aydın Üniversitesi Rektör Yardımcısı, / Prof. Dr. Levent KENAR, KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği Başkanı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi KBRN AD. Başkanlığı Öğr. Üyesi, TESPAM Başkan Yardımcısı

Dünyada ve Türkiye’de KBRN Tehdidi ve KBRN Olaylarına Genel Yaklaşım, Prof. Dr. Levent KENAR, KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği Başkanı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi KBRN AD Başkanlığı Öğr. Üyesi, TESPAM Başkan Yardımcısı

Ülkemizde ve Dünyada KBRN Savunması Yapılanması ve Yürütülen Faaliyetler, Doç. Dr. Şükrü YORULMAZ, Sağlık Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Daire Başkanı

Milli Savunma Bakanlığı ve Bağlılarında KBRN Savunma Faaliyetleri, Dr. Burçak ÇABUK, Milli Savunma Bakanlığı KBRN Savunma Daire Başkanı

Panel-II: BİYOTERÖRİZM AJANLARI, TANI VE TEDAVİDEKİ GELİŞMELER...29

Oturum Başkanları: Prof. Dr. Selçuk KILIÇ, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkanı / Prof. Dr. Mustafa Tunaya KALKAN, İstanbul Aydın Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik AD Başkanlığı Öğr. Üyesi.

Biyoterörizm: Dün, Bugün ve Yarın, Prof. Dr. Selçuk KILIÇ, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkanı

Biyolojik Savaş Ajanlarına Karşı Korunma, Tanı ve Tedavi Yöntemlerindeki Son Gelişmeler, Doç. Dr. Mesut ORTATATLI, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkanlığı Öğr. Üyesi.

Solunum Yolu Virüslerinin Yüksek Katlı Binalarda Yayılımını Sınırlandıracak Mekanik Havalandırma Stratejileri, Dr. Öğr. Üyesi Alpay AKGÜÇ, İstanbul Aydın Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi

COVID-19 Tanı Yöntemlerinde Kantitatif RT-PCR Alt Metodlarının Etkinliğinin Karşılaştırılması, Yakup ARTIK, Artikal Lab Biyoteknoloji Mesül Müdürü, Genetik Mühendisi ve Biyomühendisi

Panel-III: RADYONÜKLEER TEHDİT ve SAVUNMA.....63

Oturum Başkanları: Prof. Dr. Beril TUĞRUL, İstanbul Teknik Üniversitesi / Doç. Dr. Mesut ORTATATLI, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkanlığı Öğr. Üyesi

Global ve Bölgesel Açından Nükleer Tehdidin Değerlendirilmesi, Prof. Dr. Beril TUĞRUL, İstanbul Teknik Üniversitesi

Küresel Nükleer Trendler ve Artan Riskler, Oğuzhan AKYENER, TESPAM Başkanı

Nükleer ve Radyasyon Risklerinde Güncel Tanı ve Tedavi Uygulamaları, Doç. Dr. Aslı AYAN, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Tıp Fakültesi Nükleer Tıp AD Öğr. Üyesi

PANEL -IV: KBRN KİMYASAL TEHDİT VE SAVUNMA ORGANİZASYONU.....74

Oturum Başkanları: Prof. Dr. Selçuk KILIÇ, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkanı / Dr. Esra Ergün ALIŞ, İstanbul Aydın Üniversitesi Medikal Park Hastanesi Enfeksiyon Hastalıkları ve Mikrobiyoloji Uzmanı.

Kimyasal Tehdit ve Kimyasal Silahlara Güncel Bakış, Prof. Dr. Levent KENAR, KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği Başkanı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi KBRN AD Başkanlığı Öğr. Üyesi, TESPAM Başkan Yardımcısı.

Ülkemizde KBRN Olaylarına Yönelik Organizasyon ve Yapılanma: İstanbul Deneyimleri Selim ALTINARIK, UMKE.

Kimyasal Olaylara Medikal Yaklaşım, Uzm. Dr. Bengü MUTLU SARIÇİÇEK, İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği ve SBÜ Tıbbi KBRN AD Tez Dönemi Doktora Öğrencisi

PANEL V: KBRN AFETLERİ KRİZ YÖNETİMİ – 1.....79

Oturum Başkanları: Doç. Dr. Aynur Şahin, İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği - Toksikoloji YBÜ Sorumlu Hekimi /

Dr. Öğr. Üyesi Nurdan YILMAZ ŞAHİN, İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği.

Geçmişten, Günümüze TÜBİTAK MAM'daki KBRN Çalışmaları, Doç. Dr. Emel MUSLUOĞLU, TÜBİTAK.

Periferde KBRN Olaylarına Yönelik Organizasyonda Ne Kadar Başarılıyız?, Uzm. Dr. Nefise Büşra ÇELİK, Kırklareli Eğitim Araştırma Hastanesi Acil Tıp Kliniği, Kırklareli eski 112 Başhekimisi.

KBRN Olaylarının Adli Tıp Boyutu, Prof. Dr. Sadık TOPRAK, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp AD Öğretim Üyesi.

PANEL VI: KBRN AFETLERİ KRİZ YÖNETİMİ – 2.....89

Oturum Başkanları: Doç. Dr. Semih KORKUT, İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği T.C. Sağlık Bakanlığı Acil Sağlık Hizmetleri 2018-2021 Genel Müdürü.

Doç. Dr. Eray ÇINAR, T.C. Sağlık Bakanlığı Acil Sağlık Hizmetleri Genel Müdürü

KBRN Alanında Acil Sağlık Hizmetleri, Doç. Dr. Semih KORKUT, İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği T.C. Sağlık Bakanlığı Acil Sağlık Hizmetleri 2018-2021 Genel Müdürü.

Acil Servis ve Yoğun Bakım Yapılandırılması, Doç. Dr. Avni Uygur SEYHAN, İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi Acil tıp Kliniği Eğitim Sorumlusu T.C. Sağlık Bakanlığı Kamu Hastaneleri 2020-2022 Genel Müdürü.

Kullanıcı Perspektifinden Giyilebilir KBRN Ürünleri, Öğr. Görevlisi Altan ATİK, İstanbul Aydın Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Endüstriyel Tasarım

ÖNSÖZ

İstanbul Aydın Üniversitesi bünyesinde, İstanbul Aydın Üniversitesi Çevre ve İnsan Sağlığı Uygulama ve Araştırma Merkezi (**ÇEVSAM**), Sağlık Bilimleri Fakültesi ile KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği koordinasyonunda; 20-21 Ekim 2023 tarihlerinde hibrit olarak “**İstanbul KBRN Günleri**” nin I.’cisi düzenlenmiştir.

İstanbul KBRN Günleri Sempozyumunda; KBRN Tehdidi ve Genel Yaklaşım, Biyoterörizm Ajanları, Tanı ve Tedavideki Gelişmeler, Radyonükleer Tehdit ve Savunma, KBRN Kimyasal Tehdit ve Savunma Organizasyonu, KBRN Afetleri Kriz Yönetimi-1, KBRN Afetleri Kriz Yönetimi-2 başlıklarında 6 farklı panel düzenlenmiştir. Üniversitelerde, özel sektörde ve sağlık bakanlığı, savunma bakanlığı, Tübitak, Umke gibi kamu kurumlarında görev yapan konuşmacıların katılım sağladığı sempozyumu iki gün süresince yaklaşık 250 katılımcı takip etmiştir.

Ulusal anlamda bu konudaki çok değerli katılımcıların bilgi ve tecrübelerini paylaşma olanağı sağlayan bu toplantının ülkemizde ve ilgili kurum ve kuruluşlarda **KBRN SAVUNMASI** konusundaki bilimsel alt yapı ve çalışmaların geliştirilmesine ivme kazandıracağını ümit etmekteyiz.

Organizasyon Komitesi

1.İSTANBUL KBRN GÜNLERİ SEMPOZYUMU KURULLARI

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Mehmet Reşat BAŞAR, İstanbul Aydın Üniversitesi, Rektör Yardımcısı; Çevre ve İnsan Sağlığı Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü; Güzel Sanatlar Fakültesi, Grafik Tasarım Bölüm Başkanı (Düzenleme Kurulu Eş Başkanı).

Prof. Dr. Levent KENAR, KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği Başkanı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi KBRN AD. Başkanlığı Öğr. Üyesi, TESPAM Başkan Yardımcısı, (Düzenleme Kurulu Eş Başkanı).

Doktorant, Süreyya KUMRU, İstanbul Aydın Üniversitesi, Çevre ve İnsan Sağlığı Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdür Yardımcısı, Nörobilim doktora öğrencisi (Düzenleme Kurulu Başkan Yardımcısı).

Doç. Dr. Mesut ORTATATLI, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN Anabilim Dalı Başkanlığı

Uzm. Dr. Bengü MUTLU SARIÇİÇEK, Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi Acil Tıp Uzmanı ve Tıbbi KBRN Tez Dönemi Doktora Öğrencisi

BİLİM KURULU

Prof. Dr. Mehmet Reşat BAŞAR, İstanbul Aydın Üniversitesi, Rektör Yardımcısı; Çevre ve İnsan Sağlığı Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü; Güzel Sanatlar Fakültesi, Grafik Tasarım Bölüm Başkanı.

Prof. Dr. Levent KENAR, KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği Başkanı.

Prof. Dr. Selçuk Kılıç, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN Anabilim Dalı Başkanı.

Prof. Dr. Zafer ASLAN, İstanbul Aydın Üniversitesi, Rektör Yardımcısı; Mühendislik Fakültesi Dekanı.

Prof. Dr. Hakan BOYUNAĞA, Medipol Üniversitesi, Tıp fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Başkanı ve Eczacılık Fakültesi Dekanı.

Prof. Dr. Hamit HANCI, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi.

Prof. Dr. Taner ÖRGÜRTAŞ, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Öğretim Üyesi,

Prof. Dr. Seyfettin ILGAN, Özel Güven Hastanesi, Nükleer Tıp Bölümü.

Doç. Dr. Mehmet YÜKSEL, Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Nükleer Fizik ABD. Öğretim Üyesi.

Prof. Dr. Halil KAYA, İstanbul Aydın Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı Öğretim Üyesi.

Prof. Dr. A. Beril TUĞRUL, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü.

Doç. Dr. Mesut ORTATATLI, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN Anabilim Dalı Başkanlığı.

Doç. Dr. Emel MUSLUOĞLU, TÜBİTAK, Yaşam Bilimleri Başkan Yardımcılığı Kıdemli Başuzman

Dr. Esra Ergün ALIŞ, İstanbul Aydın Üniversitesi Tıp Fakültesi Enfeksiyon Hastalıkları.

Dr. Öğr. Üyesi Alpay AKGÜÇ, İstanbul Aydın Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi öğretim üyesi.

Dr. Öğr. Üyesi Şeniz ATİK, İstanbul Aydın Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Endüstriyel Tasarım Bölümü Öğretim Üyesi.

Öğr. Gör. Altan ATİK, Mimarlık Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Bölümü Öğretim Görevlisi.

1.İSTANBUL KBRN GÜNLERİ SEMPOZYUMU PROGRAMI

İstanbul Aydın Üniversitesi
Çevre ve İnsan Sağlığı Merkezi, Sağlık Bilimleri Fakültesi
ve
KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği İşbirliği
ile düzenlenmiştir.

İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ | **20 Yıl** | **100**
TÜRKİYE CUMHURİYETİNİN YÜZÜNCÜ YILI

İSTANBUL KBRN GÜNLERİ SEMPOZYUMU

1. Oturum - 20 Ekim 2023 10:00 - 18:00
Zoom: 87817841255 / Password: 4441428

2. Oturum - 21 Ekim 2023 10:00 - 18:00
Zoom: 85923446561 / Password: 4441428

İAÜ Florya (Halit Aydın) Yerleşkesi
A blok Fehmi Büyükbayram Konferans salonu

İstanbul Aydın Üniversitesi Çevre ve İnsan Sağlığı Merkezi ve
KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği İşbirliği ile
düzenlenmektedir.

HİBRİT
YouTube **CANLI** WEB YAYINI
İstanbulAydinUniversity
f @ iaukampus

KBRN Çevre ve İnsan Sağlığı Merkezi
istanbulkbrn.org
iaucevreinsan IAUCEVRESAGLIK

SEMPOZYUM BİLİMSEL PROGRAM

20 EKİM 2023 (1. gün)	
10.00-10.30	KAYIT
10.30-11.00	Saygı Duruşu ve İstiklal Marşı Açılış Konuşmaları: Doç. Dr. Mustafa AYDIN Prof. Dr. Ali SINAĞ Prof. Dr. Mehmet Reşat BAŞAR Prof. Dr. Selçuk KILIÇ Prof. Dr. Halit Tanju BESLER
	İstanbul Aydın Üniversitesi Mütevelli Heyet Başkanı İstanbul Aydın Üniversitesi Rektörlüğü Adına İstanbul Aydın Üniversitesi ÇEVSAM Müdürü Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkan İstanbul Aydın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekan Vekili
11.00-12.30	1.- Panel-I KBRN TEHDİDİ ve GENEL YAKLAŞIM Oturum Başkanları: Prof. Dr. Zafer ASLAN Prof. Dr. Levent KENAR
	İstanbul Aydın Üniversitesi Rektör Yardımcısı KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği Başkanı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi KBRN AD. Başkanlığı Öğr. Üyesi, TESPAM Başkan Yardımcısı
11.00-11.20	Dünyada ve Türkiye’de KBRN Tehdidi ve KBRN Olaylarına Genel Yaklaşım Prof. Dr. Levent KENAR KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği Başkanı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi KBRN AD Başkanlığı Öğr. Üyesi, TESPAM Başkan Yardımcısı
11.30-11.50	Ülkemizde ve Dünyada KBRN Savunması Yapılanması ve Yürütülen Faaliyetler Doç. Dr. Şükrü YORULMAZ Sağlık Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Daire Başkanı
12.00-12.20	Milli Savunma Bakanlığı ve Bağlılarında KBRN Savunma Faaliyetleri Dr. Burçak ÇABUK Milli Savunma Bakanlığı KBRN Savunma Daire Başkanı
12.30-13.30	ÖĞLE ARASI
13.30-15.30	Panel-II: BİYOTERÖRİZM AJANLARI, TANI VE TEDAVİDEKİ GELİŞMELER Oturum Başkanları: Prof. Dr. Selçuk KILIÇ Prof. Dr. Mustafa Tunaya KALKAN
	Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkanı İstanbul Aydın Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik AD Başkanlığı Öğr. Üyesi
13.30-13.50	Biyoterörizm: Dün, Bugün ve Yarın Prof. Dr. Selçuk KILIÇ Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkanı
14.00-14.20	Biyolojik Savaş Ajanlarına Karşı Tanı, Tedavi ve Korunma Yöntemlerindeki Son Gelişmeler Doç.Dr. Mesut ORTATATLI Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkanlığı Öğr. Üyesi
14.30-14.50	Solunum Yolu Virüslerinin Yüksek Katlı Binalarda Yayılımını Sınırlandıracak Mekanik Havalandırma Stratejileri Dr. Öğr. Üyesi Alpay AKGÜÇ İstanbul Aydın Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi
15.00-15.20	COVID-19 Tanı Yöntemlerinde Kantitatif RT-PCR Alt Metodlarının Etkinliğinin Karşılaştırılması Yakup ARTIK Artikal Lab Biyoteknoloji Mesul Müdürü, Genetik Mühendisi ve Biyomühendisi
15.30-16.00	ÇAY & KAHVE ARASI
16.00-17.30	Panel-III: RADYONÜKLEER TEHDİT ve SAVUNMA Oturum Başkanları Prof. Dr. Beril TUĞRUL Doç.Dr. Mesut ORTATATLI
	İstanbul Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkanlığı Öğr. Üyesi
16.00-16.20	Global ve Bölgesel Açından Nükleer Tehdidin Değerlendirilmesi Prof. Dr. Beril TUĞRUL İstanbul Teknik Üniversitesi
16.30-16.50	Küresel Nükleer Trendler ve Artan Riskler Oğuzhan AKYENER TESPAM Başkanı
17.00-17.20	Nükleer ve Radyasyon Risklerinde Güncel Tanı ve Tedavi Uygulamaları Doç. Dr. Aslı AYAN Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Tıp Fakültesi Nükleer Tıp AD Öğr. Üyesi
17.30-18.00	1. Gün Değerlendirmesi, Sorular, Kapanış Prof. Dr. Levent KENAR Doktorant Süreyya KUMRU
	KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği Başkanı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi KBRN AD. Başkanlığı Öğr. Üyesi, TESPAM Başkan Yardımcısı İstanbul Aydın Üniversitesi Çevre ve İnsan Sağlığı Merkezi Müdür Yardımcısı, Nörobilim Doktora Tez Öğrencisi

21 EKİM 2023 (2. gün)	
11.00-12.30	PANEL -IV: KBRN KİMYASAL TEHDİT VE SAVUNMA ORGANİZASYONU Oturum Başkanları: Prof. Dr. Selçuk KILIÇ Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkanı Dr. Esra Ergün ALIŞ İstanbul Aydın Üniversitesi Medikal Park Hastanesi Enfeksiyon Hastalıkları ve Mikrobiyoloji Uzmanı
11.00-11.20	Kimyasal Tehdit ve Kimyasal Silahlara Güncel Bakış Prof. Dr. Levent KENAR KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği Başkanı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi KBRN AD Başkanlığı Öğr. Üyesi, TESPAM Başkan Yardımcısı
11.30-11.50	Ülkemizde KBRN Olaylarına Yönelik Organizasyon ve Yapılanma: İstanbul Deneyimleri Selim ALTINARIK UMKE
12.00-12.20	Kimyasal Olaylara Medikal Yaklaşım Uzm. Dr. Bengü MUTLU SARIÇİÇEK İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği ve SBÜ Tıbbi KBRN AD Tez Dönemi Doktora Öğrencisi
12.30-13.30	ÖĞLE YEMEĞİ
13.30-15.00	PANEL V: KBRN AFETLERİ KRİZ YÖNETİMİ - 1 Oturum Başkanları: Doç. Dr. Aynur Şahin İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği- Toksikoloji YBÜ Sorumlu Hekimi Dr. Öğr. Üyesi Nurdan YILMAZ İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi Acil Tıp ŞAHİN Kliniği
13.30-13.50	Geçmişten, Günümüze TÜBİTAK MAM'daki KBRN Çalışmaları Doç. Dr. Emel MUSLUOĞLU TÜBİTAK
14.00-14.20	Periferde KBRN Olaylarına Yönelik Organizasyonda Ne Kadar Başarılıyız? Uzm. Dr. Nefise Büşra ÇELİK Kırklareli Eğitim Araştırma Hastanesi Acil Tıp Kliniği, Kırklareli eski 112 Başhekimi
14.30-14.50	KBRN Olaylarının Adli Tıp Boyutu Prof. Dr. Sadık TOPRAK İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp AD Öğretim Üyesi
15.00-15.30	ÇAY & KAHVE ARASI
15.30-17.00	PANEL VI: KBRN AFETLERİ KRİZ YÖNETİMİ – 2 Oturum Başkanları: Doç. Dr. Semih KORKUT İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği Doç. Dr. Eray ÇINAR T.C. Sağlık Bakanlığı Acil Sağlık Hizmetleri 2018-2021 Genel Müdürü T.C. Sağlık Bakanlığı Acil Sağlık Hizmetleri Genel Müdürü
15.30-15.50	KBRN Alanında Acil Sağlık Hizmetleri Doç. Dr. Semih KORKUT İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği T.C. Sağlık Bakanlığı Acil Sağlık Hizmetleri 2018-2021 Genel Müdürü
16.00-16.20	KBRN'de Acil Servis ve Yoğun Bakım Yapılanması Doç. Dr. Avni Uygur SEYHAN İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi Acil tıp Kliniği Eğitim Sorumlusu T.C. Sağlık Bakanlığı Kamu Hastaneleri 2020-2022 Genel Müdürü
16.30-16.50	Kullanıcı Perspektifinden Giyilebilir KBRN Ürünleri Öğr. Görevlisi Altan ATİK İstanbul Aydın Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Endüstriyel Tasarım
17.00-17.30	TOPLANTI DEĞERLENDİRME VE KAPANIŞ Prof. Dr. Levent KENAR KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği Başkanı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi KBRN AD. Başkanlığı Öğr. Üyesi, TESPAM Başkan Yardımcısı Doktorant Süreyya KUMRU İstanbul Aydın Üniversitesi Çevre ve İnsan Sağlığı Merkezi Müdür Yardımcısı, Nörobilim Doktora Tez Öğrencisi

İSTANBUL KBRN GÜNLERİ SEMPOZYUMU

(20-21 EKİM 2023)

ACILIŞ OTURUMU

Prof. Dr. Ali SINAĞ

Rektör Yardımcısı,

İstanbul Aydın Üniversitesi (İAÜ),

İstanbul, Türkiye

Değerli bakanlık mensupları, çok kıymetli öğrencilerimiz, akademisyenlerimiz hepiniz iki gün düzenleyeceğimiz İstanbul KBRN Günleri etkinliğine hoşgeldiniz. Sizleri burada ağırlamaktan büyük memnuniyet duyuyoruz. Hoşgeldiniz, şeref verdiniz.

Ülkemizde programlar açılmış, Tıbbi KBRN bir doçentlik bilim alanı olmuş ve dolayısı ile Yükseköğretim Kurumu bu anlamda üzerine düşen temel unsurları hayata geçirmiş. Bugün burasıda bir Yükseköğretim Kurumu çatısı altında ve bu çok önemsedığımız etkinliği gerçekleştireceğiz. Çok kritik bir biraraya gelme o nedenle ben bugünkü sempozyumu hakikaten çok önemsiyorum. Bu etkinlik birlikte çalışma kültürünü ve bu farklı disiplinlerin oluşturacağı mekanizmaları hayata geçirdi.

Tüm değerli misafirlerimize, katılımcılarımıza sunacakları değerli katkıları için teşekkür eder, başarılı bir sempozyum olmasını dilerim.

ACILIS OTURUMU

Prof. Dr. Mehmet Reşat BAŞAR

Rektör Yardımcısı, Çevre ve İnsan Sağlığı Merkez Müdürü,

İstanbul Aydın Üniversitesi (İAÜ),

İstanbul, Türkiye

İstanbul Aydın Üniversitesi Çevre ve İnsan Sağlığı Merkezi (ÇEVSAM), Sağlık Bilimleri Fakültesi ve KBRN Savunma Politikaları Derneği işbirliği ile bu çok önemli sempozyumu düzenliyoruz. KBRN'nin, Kimyasal, Biyolojik, Radyoaktif, Nükleer boyutları olduğundan bahsedildi. Rusya, Ukrayna Savaşı arkasından ülkemizin neredeyse on beş ilini etkileyen deprem, şuanda yaşadığımız İsrail ve Filistin çekişmesi bütün bu tehditlerin merkezini oluşturuyor aslında son üç yıldır hatırladığımız en yakın tarihimizde üst üste yaşanan tüm felaketler diyebiliriz.

Son olarak organizasyonda çok emeği geçen Çevre ve İnsan Sağlığı Müdür Yardımcısı Süreyya KUMRU'ya, etkinliğin başından itibaren birlikte gerçekleşmesi adına destek veren, vesile olan KBRN Savunma Politikaları Derneği Başkanı Prof. Dr. Levent KENAR'a, merkezim ve üniversitem adına çok teşekkür ediyor ve etkinliğin devam ettirilmesini önemsiyorum.

ACILIŞ OTURUMU

Prof. Dr. Selçuk KILIÇ

Tıbbi KBRN AD Başkanı,

Sağlık Bilimleri Üniversitesi (SBÜ),

Ankara, Türkiye

Sayın Hocalarım; Kurumların Değerli Temsilcileri; Hepinizi saygı ile selamlıyorum.

Özellikle son yirmi yıl içerisinde, KBRN silahları diye adlandırılan Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer ajanların kullanım potansiyeli dünyada daha da olası hale gelmiştir.

Ayrıca, komşu ülkelerde yürütülen savunma programları kapsamında bazı Kimyasal ve biyolojik silah üretim kapasitelerinin varlığı, bu konuda teknolojik transfer yapmaları ve ülkelerin içinde bulunduğu siyasi belirsizlikler de özellikle bu silahları daha da ön plana çıkarmaktadır.

Ülkemizin kitle imha silahlarına maruz kalma ihtimali geçmişte olduğu gibi günümüzde de maalesef devam etmektedir. Son yıllarda, teknoloji ve iletişim alanlarındaki gelişmelere paralel olarak özellikle kimyasal ve biyolojik savaş ajanları kolaylıkla ve ucuz bir şekilde üretilebilir hale gelmiş ve çok büyük çapta kitlesel etki yapmaları nedeniyle terörist gruplar tarafından da kullanılmaya başlanmıştır.

Soğuk savaş döneminde Askeri konsept ile ele alınan KBRN tehditleri, iki bloklu dünyanın yıkılmasıyla sivil alanda yer almaya başlamıştır. Askeri, biyolojik veya kimyasal terör ve kriminal girişimler gibi sivil saldırılar dışında üretim, araştırma tesisleri ve tehlikeli madde taşımacılığındaki kazalar günümüzde en önemli KBRN tehlikeleridir.

Bu bakımdan KBRN ajanlarının canlılar (biyotik ortam) ve abiyotik ortam (çevre) üzerinde oluşturabileceği etkilere karşı korunmak ve etkili bir yanıt oluşturabilmek için farklı disiplinlerin bir arada çalışması gereklidir.

Daha önce KBRN konusundaki yasal düzenlemelerden 03.02.2017 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanan ve 01.10.2020’de güncellenen “Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer Tehdit ve Tehlikelere Dair Görev Yönetmeliği”nde 17 paydaş kurum tanımlanmıştır.

Diğer bir deyişle, KBRN tehdit ve tehlikelerini multidisipliner bir yaklaşım ile almak ve ülkemizin KBRN savunmasını bu bakış açısıyla hazırlanması gereklidir.

KBRN savunma stratejisi açısından;

- Akademik gelişme ve KBRN alanındaki çalışmaların özendirilmesi,
- Bilim insanlarının ve akademisyenlerin bu konulara ilgilerinin arttırılması,
- İnsan kaynağı ve bilgi birikiminin daha üst seviyelere çıkarılması için KBRN tehdit ve tehlikelerine yönelik *eğitim ve ARGE faaliyetlerinin* de desteklenmesi gereklidir.

Üniversitelerimiz, kamu kurumlarımız ve araştırma merkezlerimizin alt yapılarının, yetişmiş insan kaynağı ve potansiyelinin *KBRN şemsiyesi altında* bir araya getirilmesi öncelikli ve önemli bir husustur.

Bununla birlikte, nitelikli insan kaynağının arttırılması, konuyla ilgili AR-GE alanlarının geliştirilmesi ve üniversite-kamu-sanayi iş birlikleri; ülkemizin KBRN tehditleri ve afetlere karşı savunmasına büyük bir katkı sağlayacaktır.

İstanbul Aydın Üniversitesi Çevre ve İnsan Sağlığı Merkezi, Sağlık Bilimleri Fakültesi ve KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği İşbirliği ile düzenlenen İSTANBUL KBRN GÜNLERİ'nin KBRN alanında çalışan bilim insanları, akademisyen ve kamu kurum temsilcilerin bilgi ve deneyimlerini paylaşacakları bir ortam hazırlaması nedeniyle çok önemli bir görevi yerine getireceğine *inanıyorum*.

Tüm katılımcılara verimli ve başarılı bir sempozyum geçirmeleri diler; saygılarımı sunarım.

Panel-I KBRN TEHDİDİ ve GENEL YAKLAŞIM

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Zafer ASLAN,
İstanbul Aydın Üniversitesi Rektör Yardımcısı (İAÜ),
İstanbul, Türkiye

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Levent KENAR,
KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği Başkanı,
Sağlık Bilimleri Üniversitesi (SBÜ) KBRN AD. Başkanlığı Öğr. Üyesi,
TESPAM Başkan Yardımcısı,
Ankara, Türkiye

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE KBRN TEHDİDİ VE KBRN OLAYLARINA GENEL YAKLAŞIM

Prof. Dr. Levent KENAR,

KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneği Başkanı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi KBRN AD Başkanlığı

Öğr. Üyesi, TESPAM Başkan Yardımcısı, Ankara, Türkiye, lkenarmd@gmail.com

Özet

KBRN tehdidi günümüz dünyasında ciddi bir güvenlik ve barış sorunu haline gelmiştir. Özellikle bölgesel krizler, etnik çatışmalar, radikal akımlar ve uluslararası terörizm gibi faaliyetler, KBRN silahlarının yaygınlaşmasına zemin hazırlamaktadır. Son 30 yılda ofansif amaçlarla kullanılan KBRN silahlarının sayısında bir artış gözlemlenmektedir.

Bu durum, özellikle Orta Doğu'dan kaynaklanan risk ve tehditlerin ülkemizin de içinde bulunduğu bölge güvenliğini etkilemeye devam etmektedir. KBRN silahlarının potansiyel hedefleri arasında Devlet daireleri, askeri kurumlar, havaalanları, alışveriş merkezleri, okullar ve su dağıtım tesisleri gibi birçok alan yer almaktadır.

KBRN tehdidi aynı zamanda kitle imha silahları ile zararlı maddelerin bölgesel savaşlarda ve terörist gruplar tarafından kullanılması, kazalar sonucu yayılması ve nükleer santral kazaları gibi riskleri de beraberinde getirmektedir. Türkiye'nin yakınında bulunan eski teknoloji ile inşa edilmiş nükleer santraller, muhtemel bir kaza durumunda ülkemizin nükleer serpiyentinden etkilenmesine neden olabilecektir.

Kimyasal silahlar da KBRN tehdidinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Suriye ve Kuzey Irak'ta kimyasal silahların kullanımı gibi örnekler, bu tehdidin ciddiyetini göstermektedir.

Bu çerçevede, KBRN tehdidiyle mücadele edilmesi ve önlem alınması gereklidir. Ülkemizin bu konuda etkin bir strateji geliştirmesi ve uluslararası iş birliği içinde hareket etmesi önemlidir. Olay yeri yönetimi de dahil olmak üzere bu tehdide karşı alınacak tedbirler, genel güvenliği ve bölgesel istikrarı sağlamak adına önemli bir adım olacaktır.

Anahtar Kelimeler

KBRN, Kitle İmha Silahları, Tehdit, Kimyasal, Nükleer

KBRN Nedir

KBRN ajanları canlıları öldürerek veya yaralayarak etkisiz hale getirmek, besin ve su kaynaklarını kirletip, ekonomik önemi olan hedefleri işlemez hale getirmek, insanları koruyucu ekipman kullanmak zorunda bırakarak hareketlerini kısıtlamak, toplumda teröre ve paniğe sebep olmak amacıyla kullanılan öldürücülüğü yüksek toksisitesi yüksek kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer maddelerdir. Günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler hem kendi topraklarında hem de faaliyet gösterdikleri yabancı ülkelerin topraklarında KBRN yönünden açık saldırılara hedef olmaktadır. Örneğin, canlılarda oluşturdukları fiziksel ve kimyasal etkiler nedeniyle kitlesel ölümlere ve yaralanmalara neden olan zehirli kimyasal maddeler genel olarak kimyasal silah olarak tanımlanır. İnsanlarda ölüm, yaralanma, panik, hayvan ve yararlı bitkilerde ölüm veya hasar meydana getirmek için kullanılan mikroorganizmalar ile toksinlere biyolojik harp maddeleri adı verilir. Radyasyona maruziyet; radyasyon kazaları, radyoizotop kazaları, radyasyon yayan cihazlar ve nükleer silah saldırıları sonucu oluşur. Kitle imha silahlarının kullanıldığı terörist faaliyetlerin önlenmesi amacıyla ulusal ve uluslararası alanda iş birliğinin geliştirilmesi ve güçlendirilmesi önemlidir.

1. KBRN AJANLARI VE TEHDİDİ:

Günümüzde (KBRN) tehditler, dünya genelinde ciddi anlamda güvenlik endişeleri arasında yer almaktadır. KBRN silahlarının ofansif amaçlarla kullanımı özellikle son 20 yılda süratle artma eğilimindedir. Burada ajanın

kaynaklarının bulunması, farklı alanlarda KBRN ajanını atma sistemlerinin geliştirilmesi, bu ajanları üretebilmeleri, bunları atmaya yönelik plan ve prosedürlere sahip olmaları, o ülkenin kendisi için gerekli koruyucu önlemleri almaları ve ulusal çıkarların bu silahları kullanmaları yönünde olması gibi faktörler, o ülkenin KBRN silah ve kabiliyetini ortaya koymaktadır. Önümüzdeki dönemde özellikle Orta Doğu'dan kaynaklanan risk ve tehditlerin, başta Türkiye olmak üzere, bölge güvenliğini etkilemeye devam etmesi beklenmektedir. Hâlihazırda KBRN silahları birçok gelişmiş ülkenin yanısıra, özellikle totaliter rejimlerle yönetilen ve terörizme destek veren ülkeler tarafından diğer ülkelere karşı güç ve güven gösterisi, konvansiyonel silahlardaki zafiyetlerini dengeleme unsuru ve bir şantaj silahı olarak üretilmeye, geliştirilmeye ve stoklanmaya devam edilmektedir. Söz konusu ülkeler tarafından bu silahların bölgesel bir savaşta sorumsuzca da kullanılabilceği gerçeği, Orta Doğu'yu dünyanın en yoğun KBRN silahlanma bölgesi haline getirmiştir. Ayrıca, Kitle imha silah ve maddeleri ile bu nitelikteki zararlı atıkların, cereyan eden veya edebilecek bölgesel savaşlarda kullanılması, terörist gruplar tarafından da kullanımı, nakliyat ve kaçakçılıktaki kazalar sonucu yayılması, çevredeki nükleer ve kimyasal enerji ve sanayi tesisleri ile araştırma laboratuvarlarındaki kaza ve sızıntılar nedeniyle bölgesel afet etkileri meydana gelmesi olasılıkları ülkemiz açısından potansiyel risk unsurlarıdır.

Uluslararası Terörizm açısından ele alındığında; Terörist örgütlerin KİS ve üretim teknolojilerine sızmaları, bu silahlardan kaynaklanan risk yüzdesini artırmaktadır. Özellikle kimyasal ve biyolojik silahların gelişimiyle ilgili teknolojilere ulaşmanın gün geçtikçe kolaylaşması ses getirici eylem yapmayı planlayan terörist örgütlerin biyolojik ve kimyasal silah kullanmaya karşı ilgilerini artırmaktadır. Kitle imha silahlarının ve diğer zararlı maddelerin bölgesel çatışmalarda hem şu an mevcut olanlarda hem de gelecekte olabileceklerde, kullanılma ihtimali veya terörist gruplar tarafından ele geçirilip kullanılması; bunların taşınması ve kaçakçılığı esnasında yaşanabilecek kazalarla çevreye sızması; ayrıca nükleer ve kimyasal tesisler ile laboratuvarlardaki olası kaza ve dökülmelerin çevresel felaketlere yol açma olasılığı, ülkemiz için ciddi tehlike unsurları arasında yer almaktadır. Bu değerlendirme, çeşitli çatışmalar ve terör saldırıları bağlamında da yapılabilir. Örneğin, 1995 yılında Tokyo metrosunda sinir gazı sarin kullanılarak yapılan terör saldırısı veya 2001 yılında ABD'de meydana gelen antraks saldırıları, biyolojik ve kimyasal silahların kullanıldığı en bilinen olaylara örnek gösterilebilir. Bu durum uluslararası güvenlik, terörizmle mücadele ve silahsızlanma çabaları açısından önemli bir konudur ve uluslararası toplum, bu tür silahların yayılmasını engellemek ve onların kullanımını sınırlamak için çeşitli sözleşmeler ve protokoller hazırlamıştır. Çeşitli yerel ve bölgesel çekişme ve krizler, etnik anlaşmazlıklar, radikal hareketlerin yükselişi ve uluslararası terörizm gibi unsurlar dünya çapında genel güvenliği ve barışı riske atıyor. Ayrıca, KBRN silahlarının saldırganca kullanımı, son otuz yılda artan bir ivme göstermiştir. İlerleyen süreçte, Orta Doğu'daki

belirsizliklerin, özellikle Türkiye'nin de içinde bulunduğu bölgesel güvenliği olumsuz etkilemesi muhtemel görünmektedir.

Bunun dışında; KBRN ajanlarına bir kaza sonucu maruz kalma riski de bulunmaktadır. Örneğin, Çernobil'deki nükleer felaketin ardından Türkiye'nin özellikle kuzeyinde radyasyonun yayılarak etkili olduğu söylenmektedir. Ülkemize oldukça yakın mesafede, eski model teknolojiye sahip nükleer reaktörler yer almakta; bu reaktörler arasında Bulgaristan'daki Kozluduy ve Ermenistan'daki Metzamor nükleer santralleri yer almaktadır. Eğer bu santrallerden birinde bir kaza meydana gelirse, bu durumun Türkiye'nin Doğu Anadolu, Karadeniz ve Marmara bölgelerinde radyasyon yayılımına ve buna bağlı radyasyon etkilerine neden olabileceği öngörülmektedir.

Bu tehditlerin her biri hem askeri hem de sivil nüfus için ciddi riskler taşımakta ve uluslararası toplumun dikkatini gerektiren konular arasında yer almaktadır. Dünya genelindeki güvenlik politikaları ve önlemleri, bu tür tehditlere karşı etkili bir şekilde mücadele edebilmek için sürekli olarak güncellenmekte ve geliştirilmektedir.

Bu silahlardan kimyasal silahlar; 20nci yüzyılın sonlarına kadar genellikle askeri alanlarda kullanılmış, ancak, Halepçe'de 16 Mart 1988'de, Japonya'da 1994'de Matsumoto şehrinde, 1995 Mart'ında Tokyo metrosuna yapılan sinir gazı saldırıları, dikkatleri bu silahların askeri olabileceği gibi, sivil halk üzerinde ve terörist gruplar tarafından da kullanılabilirliğine yönüne çevirmiştir. Her iki atakta da yüksek morbidite ve mortalite oluşmuştur. Kimyasal silahlar konusunda, Suriye iç savaşında kimyasal silah kullanımı iddiaları, bu tür silahların hala geçerli tehditler olduğunu göstermektedir. Ayrıca, internetin yaygınlaşmasıyla birlikte, KBRN tehditlerine ilişkin bilginin daha fazla yayılması ve hızlı inovasyon ile iyileştirmenin trendleri, bu tehditlerin tahmin edilmesini zorlaştırmaktadır.

Kimyasal silahlar, fiziksel ve kimyasal özelliklerine, askeri kullanım amacına veya toksik özelliklerine ve etkilerine göre sınıflandırılabilir. Tıbbi amaca en yakın ölçüler içerisindeki sınıflandırma toksik özelliklerine ve etkilerine göre olanıdır:

Sinir ajanları (Tabun, Sarin, Soman, Vx)

Yakıcı ajanlar (Mustard, Azotlu mustard, Levisit)

Akciğer iritanları (Fosgen, Difosgen, Klor, Klorpikrin)

Sistemik zehirler (Hidrojen siyanür, hidrojen klorür, hidrojen sülfür)

Kapasite bozucu ajanlar (BZ, LSD)

Kargaşa kontrol ajanları (CN, CS, CR, DM)

Bitki öldürücü ajanlar (2,4-D-Kakodilik asit)

Biyolojik Tehditden bahsedecek olursak; Biyolojik silahlar ise; Bulaşıcılığı yüksek, kolay üretilen, aşı ve tedavisi kullanıcı taraf tarafından kolaylıkla kendi yandaşlarına uygulanabilecek hemen hemen tüm mikroorganizmalar biyolojik saldırı amaçlı kullanılabilirler. Biyolojik silah olarak kullanılacak ajanların başında şarbon, veba, tularemi, bruselloz, çiçek, kolera, glanders, riketsia, botulizm ve viral hemorajik ateş etkenleri gelmektedir. Virüslerin büyük bir kısmı ise, üretilmeleri ve depolanmaları için çok yüksek bir mikrobiyolojik/virolojik teknolojiye gerek olması, atılımlarının zor olması, genellikle dış ortama dayanıksız olmaları, aerosol partikülleri üzerine bindirilmelerinin zor olması, yayılımlarını kontrol etmenin zor olması; bir kısım virüse karşı etkili bir aşı ve tedavi bilinmemesi gibi nedenlerle biyolojik silah olarak kullanılmalrı açısından çok uygun değildir. Biyolojik silahlar farklı olarak, genellikle yara ve çatlak olmadıkça deriye nüfuz etmezler, duyuyla varlıkları anlaşmaz, açık alanda belirlenmeleri oldukça zordur ve zaman alıcıdır, gecikmeli bir etkiye sahiptirler. Ayrıca, bazı biyolojik ajanlar ulusal güvenliğı tehdit edecek, kolay yayılacak, insandan insana geçebilecek, ölümcül, sosyal panik ve çöküntüye neden olabilecek ve kamu sağığının korunması için özel bir güç ve harcama gerektirecek tarzda etki gösterirler. Bu açıdan, biyolojik tehdit, özellikle 11 Eylül 2001 tarihinde gerçekleştirilen terörist saldırılar sonrası daha da artmış, buna karşı gerek ulusal gerekse uluslararası düzeyde girişimler ve tedbirler yoğunlaştırılmıştır.

Özellikle COVID-19 pandemisi, KBRN ajanlarından biyolojik tehditlerin ne kadar ciddi sonuçlar doğurabileceğini ve küresel etkilerini gözler önüne sermiştir. Pandemi, hükümetlerin biyogüvenlikle ilgili tehditleri nasıl tahmin edip hazırlık yapacakları konusunda zorlukları da ortaya çıkarmıştır. Biyolojik silahların yayılmasını önleme ve silahsızlanma faaliyetleri de pandemiden etkilenmiştir.

Biyolojik silahlar, patojenlerin mikrobiyolojik ajanları veya biyolojik ürünler olup, kasıtlı olarak bir insanın, hayvanın, bitkinin veya diğer yaşayan organizmanın zarar görmesi amacıyla üretilir veya kullanılır. Biyolojik ajanlarla meydana getirilen hastalıklar sadece bir halk sağığı konusu değil, aynı zamanda kullanılan coğrafi alanda büyük bir tehdit oluşturan ulusal ve uluslararası güvenlik problemidir. Biyolojik silahlara bunlarla bulaş olmuş tarım ürünleri, su kaynakları, toprak, hava veya bunların herhangi bir kombinasyonu gibi vasıtalar da dahil edilebilir. Diğer modern KBRN silahları arasında, atom bombaları, denizaltılar, savaş gemileri gibi silahların üretimi ve kullanımı için yüksek bilgi seviyesine sahip bilim insanları ve büyük teknoloji ve yüksek miktarda bütçenin gerekli olmasına rağmen biyolojik silahlar, piyasada kolayca bulunabilecek ekipmanlarla ucuz bir şekilde üretilirler. Örneğin, biyolojik silah olarak kullanılan antraks, on medikal personel, küçük bir bina ve 100.000

dolara kadar bir harcama ile elde edilebilir. Tahmini olarak yaklaşık 1.000 kişiye zarar verebilecek bir saldırı; nükleer silahlarla 1.000 birim maliyetle, kimyasal silahlarla 100 birim ve biyolojik silahlarla çok daha az birim maliyetle gerçekleştirilebilir. Biyolojik ajanlardan kaynaklanan salgın ve hastalıklar sadece bir halk sağlığı meselesi değil, aynı zamanda bahsedilen coğrafi alan üzerinde büyük bir tehdit oluşturarak ulusal güvenlik sorunudur.

Bu alanda yaşanan gelişmelerle birlikte çeşitli tedbirler alınmış ve biyolojik silahların üretimi, gelişimi ve stoklanmasını yasaklayan "Bakteriyolojik (Biyolojik) ve Toksin Yapılı Silahların Üretimi, Geliştirilmesi ve Stoklanmasının Yasaklanması Sözleşmesi" 16 Mart 1971'de Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nda kabul edilmiştir. Biyolojik silahların üretimi, stoklanması ve kullanımını yasaklayan sözleşmeye 151 ülkenin imza atmasına rağmen, bu silahların üretimi ve stoklanması birçok ülkede gizli olarak sürdürülmektedir. Sözleşme, Washington, Londra ve Moskova'da 1972'de eşzamanlı olarak imzalanmış ve 26 Mart 1975'te yürürlüğe girmiştir. Bugüne kadar sözleşmeyi 183 ülke imzalamış olup, Türkiye sözleşmeyi 6 Ağustos 1974 tarihinde imzalamıştır. Ancak bu anlaşmaya rağmen biyolojik silahların hem üretimi hem de kullanımı devam etmiştir.

Biyolojik savaş ajanları, hava, su ve yiyecekleri bulaşık hale getirerek geniş halk kitlelerini etkiler. Yayılım hızı epidemiyolojik olarak çok çeşitli faktöre göre değişir. Biyolojik silahların kullanım yolları, üç ana başlık altında toplanabilir:

Aerosol yoluyla yayılma: Yüksek patojeniteye sahip biyolojik ajanlar genellikle aerosol aracılığıyla gizlice yayılabilir. Aerosol-yoluyla yayılan ajanlar, diğer yollarla yayılanlara kıyasla daha büyük kitleleri etkiler.

Gıda kontaminasyonu: Biyolojik ajanlar, sular ve bazı gıdalara doğrudan veya dolaylı olarak bulaştırılarak kolayca geniş kitleleri etkileyebilir.

Vektör veya böcekler aracılığıyla yayılma: Bazı ajanlar ve hastalıklar taşıyıcılar aracılığıyla yayılabilir. Biyolojik ajanlar, bulaşmış doğal konaklar ve vektörler aracılığıyla (örneğin sivrisinekler, pireler ve keneler gibi) yayılabilir. Bu yaşayan taşıyıcılar, enfekte hayvanlardan veya yapay olarak bulunan biyolojik ajan kaynaklarından beslenerek enfekte edilebilir ve çoğaltılabilir.

Biyolojik Silahlara Karşı Savunma: Bu tür silahları üretmek/depolamak ve kullanmak oldukça ucuza mal olur ancak korunma/tedavi yöntemleri oldukça pahalı ve zordur. Etkili savunma için iyi eğitilmiş ve çok etkili istihbarat birimleri gereklidir. Ayrıca, çok iyi eğitilmiş ve disiplinli güvenlik güçleri, çok hızlı ve etkin bir şekilde örgütlenen

'sağlık organizasyonları', sorgulayan ve araştıran tıp personeli ve bilim insanları, barış zamanından itibaren çok yeterli ve etkili sağlık/hastalık istatistiklerine de ihtiyaç vardır.

Biyolojik Silah Perspektifinden Koronavirüs (COVID-19) pandemisini değerlendirecek olursak; 2020 yılının başından itibaren tüm dünyaya yayılan ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından pandemi olarak ilan edilen yeni tip koronavirüs (COVID-19), Nisan 2024 sonuna kadar dünya genelinde yaklaşık 705 milyon insana ulaştığı ve 7 milyon 10 bine yakın hastanın ölümüne yol açtığı bildirilmiştir. Tüm dünyaya yayılmış olmasına rağmen, bu salgının nasıl ortaya çıktığı ve kaynağının ne olduğu halen tartışmalıdır. 30 Aralık 2019'da coronavirus ailesinin yeni bir üyesinin tespit edildiği bildirmiş, 12 Ocak 2020'de, vakalardan alınan örnekler yeni tip coronavirus'un tespit edildiğini kesin olarak belirlemiş ve virüsün genetik dizilimlerinin ilk analizi yapılmıştır. Öte yandan, birçok yetkili tarafından bu salgının bir laboratuvar da bilim insanları tarafından üretilmiş bir biyolojik silah olarak üretildiği veya başka bir virüsün genetik yapısının modifikasyonu sonucu sentezlendiği tahmin edildiği açıklanmıştır.

Mikrobiyolojik etkenlerin doğal yapısı itibarıyla silah olarak bulunmaları söz konusu değildir. Bu ajanların silah olarak kullanılabilmesi için özel yöntemlere ve taşıyıcılara (vektörlere) ihtiyaç vardır. Bu ajanların geniş halk kitlelerine zarar verebilmesi için, belirlenen alana yayılacak bir taşıyıcı aracılığıyla taşınmaları gerekir. Burada, kesinlikle biyolojik bir silah tarafından, yani ajandan kaynaklanan hedefe yönelik üretilmiş bir biyosilah patojeni olarak ortaya çıkan salgının değerlendirilmesi için ölçüt; biyolojik silahın klinik ve laboratuvar teşhisi, ajanın biyolojik bir silah olarak serbest bırakıldığına dair kanıtların bulunması olarak ifade edilebilir. Ancak ajanın biyolojik bir silah olarak kullanıldığına şüphe uyandıran kriterler de aşağıda belirtilmiştir:

Biyolojik bir riskin ve tehdidin varlığı,

Söz konusu biyolojik ajanın belirli özellikleri taşıması ve patojenitesi,

Biyolojik ajanın kullanıldığı coğrafi dağılıma özgü özellikler,

Ajanın çevresel koşullarda bulunabilen en yüksek konsantrasyonu,

Biyolojik ajanın yayılma yollarına dair özellikler,

Salgının şiddeti, ortaya çıkış zamanına ve dinamiklerine dair özellikler,

Alışılmadık şekilde, salgının hızlı yayılması,

Salgının belirli bir nüfusa sınırlı olup olmadığı,

Klinik semptomlarının özellikleri gibi unsurlar, ajanın biyolojik bir silah olarak kullanılmış olabileceğine ilişkin şüpheleri güçlendiren faktörler olarak gösterilebilir.

COVID-19 pandemisinin biyolojik silahlar bağlamında değerlendirilmesi, bu ajanın yapay olarak mı yoksa doğal yollarla mı ortaya çıktığına dair sürdürülen tartışmaları akılda tutarak yapılmalıdır. Belli ki, salgının kaynağı ve doğası üzerine tam bir fikir birliğine varılmamıştır ve bu, devam eden araştırma ve soruşturmanın konusu olarak kalacaktır. Ayrıca, Biyoteknolojide ve sentetik-organik kimyada beklenen gelişmeler sonucunda laboratuvar koşullarında üretilen çok çeşitli biyolojik ve kimyasal silahların kullanımı da söz konusudur. Bu kapsamda; daha toksik ve kalıcı silahların kullanılması, daha etkin atma sistemlerinin üretilmesi, daha etkili koruma önlemlerin geliştirilmesi yönündeki çalışmaların önümüzdeki zaman içerisinde artan bir hızla devam etmesi öngörülmektedir.

Nükleer Tehdit kapsamında; Radyolojik ve Nükleer silahlar ile buna bağlı olarak ortaya çıkan radyasyon tehlikesi ise, gama ışınları, beta ve alfa parçacıkları ile oluşturulur. Radyasyonun canlı organizmalar üzerindeki etkileri büyük ölçüde radyasyonun cinsine ve bunlara maruz kalan canlıya göre değişir. Nükleer silahlar ve dolayısıyla radyasyonun canlı üzerine kısa, orta ve uzun vadeli etkileri; akut radyasyon hastalığı, nörovasküler sendromlar (100-1000Gy), gastrointestinal sendrom (9-100 Gy), hematopoetik sendrom (3-9 Gy), yaşam beklentisinin azalması, kanser gelişimi, katarakt oluşumu, kronik radyodermatit, üreme fonksiyonlarında azalma ve kısırlık ve genetik mutasyonlar şeklinde özetlenebilir. Nükleer silahlar II. Dünya Savaşı'ndan bu yana çatışmalarda kullanılsa da bunların varlığı uluslararası ilişkileri, güvenlik politikalarını ve etik tartışmaları şekillendiriyor. 1945 yılında 2nci Dünya Savaşını bitiren Atom Bombasının mirası ve nükleer silahlardaki müteakip gelişmeler, bilimsel ilerlemenin uygarlığı hem koruyabilen hem de tehdit edebilen iki uçlu doğasının altını çiziyor.

Taktik ve stratejik nükleer silahların varlığı ve konuşlandırılması, silahların kontrolü ve nükleer silahların yayılmasının önlenmesi çabaları açısından önemli zorluklar teşkil etmektedir. Özellikle füze teknolojisindeki ilerlemelerle birlikte taktik ve stratejik sistemler arasındaki ayrımındaki belirsizlik, silah kontrolü müzakerelerini ve doğrulama mekanizmalarını karmaşık hale getiriyor. Ek olarak, taktik nükleer silahların konuşlandırılması, nükleer eşğin düşürülmesi ve konvansiyonel çatışmalarda nükleerin tırmanması riski konusunda endişeleri artırmaktadır. Stratejik nükleer silahlar, caydırıcılığın merkezinde yer alsa da gereklilikleri ve potansiyel kullanımlarının ahlaki sonuçları konusundaki tartışmalarla birlikte insanlığa varoluşsal tehditler oluşturmaya devam ediyor.

Taktik ve stratejik nükleer silahlar, ulusal güvenlik ve askeri strateji çerçevesinde farklı roller üstlenmektedir. Bu iki kategori arasındaki ayrım, bunların uluslararası ilişkiler, caydırıcılık tutumları ve silah kontrolü çabaları

üzerindeki etkilerini anlamak açısından kritik öneme sahiptir. Küresel toplum nükleer silahların yayılması ve silahsızlanma arayışıyla boğuşmaya devam ederken, taktik ve stratejik nükleer silahlara ilişkin incelikli bir anlayış, nükleer çatışma risklerini azaltmayı ve küresel güvenliği artırmayı amaçlayan politikaların formüle edilmesi için temel olmaya devam ediyor.

20. yüzyılın ortalarında nükleer silahların ortaya çıkışı, küresel askeri stratejileri ve uluslararası ilişkileri değiştirdi. Nükleer silahların yıkıcı gücü caydırıcı bir etki yaratırken, bunların yayılması, nükleer savaş ve terörizm potansiyeli de dahil olmak üzere küresel güvenlik açısından ciddi riskler oluşturmaktadır. Bu endişeleri ele alan silahsızlanma çabaları, nükleer silahlanmayı azaltmayı ve sonunda ortadan kaldırmayı, nükleer silahların yayılmasının oluşturduğu tehditleri hafifletmeyi amaçlamaktadır.

SONUÇ:

KBRN ajanları ve bunların kullanıldığı Kitle İmha Silahları halen dünya genelinde insanlığa, diğer canlılara ve çevreye büyük bir tehdit oluşturmaya ve ulusal ve uluslararası güvenliği zayıflatmaya devam etmektedir. Uluslararası toplum, bu tehdidin ciddiyetini kabul etmiş ve bu silahların geliştirilmesini, üretimini ve kullanımını sınırlamak için adımlar atmıştır. Bunlardan Kimyasal Silahlar Sözleşmesi (CWC) ve Biyolojik Silahlar Sözleşmesi (BWC) gibi anlaşmalar, yayılmasını önlemeyi ve şeffaflığı teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Ancak, devlet dışı aktörlerin bu silahları edinme ve kullanma riski gibi ileri boyutta tehlike de devam etmektedir. Bu açılarından KBRN silahlarının tehlikesini azaltmak için iş birliği ve uluslararası normların etkili bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

ÜLKEMİZDE VE DÜNYADA KBRN SAVUNMASI YAPILANMASI VE YÜRÜTÜLEN FAALİYETLER

Doç. Dr. Şükrü YORULMAZ

Sağlık Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Daire Başkanı

Ankara, Türkiye

Ülkemizde 1.10.2020 tarihli 31261 sayılı resmî gazetede KBRN görev yönetmeliği ile Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) çatı kuruluş olarak yetkilendirilmiştir.

Söz konusu mevzuatta görev ve sorumluluklar;

Madde 5-(1) İlgili kurum ve kuruluşlar bu Yönetmelikle kendilerine verilen görevleri, TAMP kapsamındaki görevlerini de göz önüne alarak yerine getirmekten ayrı ayrı sorumludur.

(2) Bu Yönetmelik kapsamında Başkanlığın görevi, 6. Maddenin birinci fıkrası hükmü saklı kalmak kaydıyla koordinasyon ve iş birliğini sağlamaktır. Bu görevin yerine getirilebilmesi amacıyla ilgili kurumlar tarafından yapılacak her türlü bilgi ve belge paylaşımı, görüş ve onay talepleri gibi işlemler doğrudan Başkanlığa yöneltilir.

Yönetmelikte KBRN de görev alacak kurum ve kuruluşlar; İçişleri Bakanlığı (AFAD), Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Dışişleri Bakanlığı, Milli Eğitim Bakanlığı, Milli Savunma Bakanlığı,, Sağlık Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ticaret Bakanlığı, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Nükleer Düzenleme Kurumu, Savunma Sanayi Başkanlığı, Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Kurumu Başkanlığı, Türkiye bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Yüksek Öğretim Kurumu, Valilikler ile il müdürlükleri, Sivil toplum kuruluşları ile Basın ve yayın kuruluşlarıdır.

Ülkemizde KBRN olaylarında sağlık personeli soğuk bölgede müdahalede bulunurken arama kurtarma ve diğer ekipler sıcak ve ılık alanda müdahalede bulunmaktadır. Sağlık Bakanlığının görev ve sorumlulukları ilgili mevzuatın 12. Maddesinin 1.fıkrasında aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

- a) KBRN olay yerinde acil sağlık hizmetlerinin sunulmasını sağlamak

- b) KBRN olaylarında etkilenenler ve olay bölgesinde kontrolsüz olarak gelen kişiler için illerde Sağlık Bakanlığı tarafından belirlenecek hastanelerde, müdahale kliniklerinin ve dekontaminasyon ünitelerinin kurulmasını, dekontaminasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi ile gerekli tıbbi tedavi ve takip işlemlerinin yürütülmesini sağlamak.
- c) KBRN olaylarında görevli personelin, KBRN kapsamında görev alanına giren konularda eğitilmesini sağlamak.
- ç) KBRN tehdit ve tehlikelerine ilişkin talep edilmesi halinde bilgi desteği sağlamak.
- d) Tehlikeli maddenin teşhis edilmesine yönelik olay yerinden alınan, radyolojik numune haricindeki numunelerin analizlerinin yapılması ve analiz sonuçlarına yönelik Başkanlığa ve ilgili kurumlara bilgi verilmesini sağlamak.
- e) KBRN tehdit ve tehlikelerine karşı halkın alabileceği sağlık önlemleri ve hijyen kuralları hususunda eğitilmesi ve bilgilendirme faaliyetlerinin yürütülmesini sağlamak.
- f) KBRN tehdit ve tehlikelerine karşı önleyici ve tedavi edici ürün veya ilaçların önceden temin etmek, yeteri kadar stoklamak ve gerekmesi halinde ihtiyaç bölgelerine sevk edilmesini sağlamak.
- g) Tıbbi KBRN konusunda yüksek lisans/doktora programları açılmasını sağlamak, tıbbi KBRN konularında AR-GE faaliyetlerini yürütmek.
- ğ) KBRN tehdit ve tehlikelerine karşı toplumun korunması, teşhis ve tedaviye yönelik ilaç, aşı, antitod, serum, antiserum ile tıbbi araç ve gereçlerin geliştirilmesi ve ilgili kurumlarla bilimsel araştırmaların yapılmasını sağlamak.
- h) KBRN ilaç ve antidotları ile diğer benzeri ürünlerin Sağlık Bakanlığının imkan ve kabiliyetleri ölçüsünde test edilerek miatlarının uzatılmasına yönelik değerlendirme yapmak.
- I) KBRN olaylarında etkilenen veya etkilenmesi muhtemele insanlardan, gerekli durumlarda klinik numune alınmasını, bu numunelerin güvenli bir biçimde taşınmasını ve analiz edilmesini sağlamak.

Tüm bunlarla birlikte Sağlık Bakanlığı içinde tehlikeli kimyasal ve biyolojik maddelere bağlı sağlık tehditlerine yönelik hazırlık ve cevap oluşturulması amacıyla gerekli organizasyonu oluşturmak görevi Acil Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü(ASHGM)'ne verilmiştir.

Söz konusu görev ASHGGM bünyesinde kurulu olan Ulusal Medikal Kurtarma Ekipleri(UMKE) tarafından büyük fedakarlıklar ile yerine getirilmektedir.

UMKE ekipleri Tıbbi KBRN eğitici eğitimleri, uygulayıcı eğitimleri ve farkındalık eğitimleri ile Tıbbi KBRN konularında uzman personel sayısını artırmaktadır.

Dünyada KBRN konusunda uzman ekipleri ile Eğitim ve tatbikat konularında işbirlikleri yapıp sahanın bilgi ve beceri düzeyi artırılmaktadır.

**Panel-II: BİYOTERÖRİZM AJANLARI, TANI VE
TEDAVİDEKİ GELİŞMELER**

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Selçuk KILIÇ,

Sağlık Bilimleri Üniversitesi (SBÜ) Tıbbi KBRN AD Başkanı

Ankara, Türkiye

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Mustafa Tunaya KALKAN,

İstanbul Aydın Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik AD Başkanlığı Öğr. Üyesi

İstanbul, Türkiye

BIYOTERÖRİZM: DÜN, BUGÜN VE YARIN

Selçuk Kılıç

Prof. Dr. Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Savunma Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi KBRN Savunma AD,

Ankara; selcuk.kilic@sbu.edu.tr; mdskilic@gmail.com

Özet

Biyolojik savaş, insan, hayvan ve bitkilerde hastalık ve ölümlere neden olmak için mikroorganizmaların ve/veya biyolojik toksinlerin kasıtlı olarak kullanılmasıdır. Biyolojik ajanların savaşta kullanılması, Biyolojik Silahlar Sözleşmesi tarafından yasaklanmıştır. Biyoterörizm, ideolojik, dini veya siyasi inançlardan esinlenerek can kayıpları, terör, toplumsal bozulma veya ekonomik kayıp yaratmak amacıyla mikro-organizmaların kasıtlı olarak salınması olarak tanımlanır. Biyoterörist girişimlerin başarısı, yaratmış olduğu ölüm vakalarıyla değil, toplumsal bozulma ve paniğin ölçüsüyle tanımlanır. Son yıllarda literatüre giren “Biyosuç” kavramı ise; siyasi, ideolojik, dini veya diğer inançlardan ziyade intikam veya kişisel nedenlerden kaynaklarak tek bir bireyi veya küçük bir grup insanı öldürmek veya hasta etmek için biyolojik bir ajanın kullanılmasını ifade eder. Teknik zorluklar ve kısıtlamalar nedeniyle başarılı bir biyoterörist saldırı olasılığı çok yüksek değildir. Ancak ölü sayısının sınırlı olması muhtemel olsa bile biyoterörist saldırının etkisi hala yüksek olabilir. Yazılı kaynaklardaki biyoterörizm ve biyosuç örneklerinin sayısı fazla değildir. 20.yy’da yaşanmış biyoterör ve biyosuç olaylarına bakıldığında 180 olayın bu kapsamda değerlendirildiği ve bunların %85’inin ise 1990-1999 yılları arasında gerçekleştiği görülmektedir. Her ne kadar toplumun biyoterörist saldırıları önleme yeteneği sınırlı olsa da, bu tür saldırılara ilişkin potansiyel riskleri azaltmak için önleyici adımların atılmasına hâlâ ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik Silah; Biyolojik Savaş; Biyoterörizm; Biyosuç

İnsanlık tarihinde bilim ve teknolojiye paralel olarak patlayıcı karakterli silahlar yanında kimyasal, biyolojik ve nükleer silahlar geliştirilmiştir. Günümüzde askeri silahlar patlayıcı bazlı konvansiyonel silahlar ile kitle imha silahları (KİS) olarak iki ana grupta incelenebilir. Kitle imha silahları geliştirildikleri teknolojik altyapı ve oluşturdıkları etkileri açısından; Nükleer, Biyolojik ve Kimyasal silahlar olarak üç ana kategoriye ayrılmaktadır [1]. Günümüzde Kimyasal Biyolojik Radyasyon ve Nükleer kelimelerinin baş harflerinden oluşan KBRN; kasten, kazaen veya doğal afetler sonucu ortama yayılarak insan ve çevre üzerine birçok olumsuz etkiler oluşturan kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer menşeli maddeleri/tehtitleri tanımlamaktadır [2-4].

Biyolojik ajanların kullanılması askeri olarak biyolojik savaş ve sivil literatürde ise biyoterörizm olarak ele alınmaktadır. Biyolojik savaş, insan, hayvan ve bitkilerde hastalık ve ölümlere neden olmak için mikroorganizmaların ve/veya biyolojik toksinlerin kasıtlı olarak kullanılmasıdır [4]. Biyoterörizm ise; ideolojik, dini veya siyasi inançlardan kaynaklanarak zayıf, terör, toplumsal yaşamı durdurmak veya ekonomik kayıp yaratmak amacıyla biyolojik ajanların şahıslara, gruplara veya daha geniş nüfusa karşı kullanılması olarak tanımlanmaktadır [3-5]. Biyoterör eylemi insan, hayvan ve bitkilere yönelik olabilir. Bitki ve hayvanlara yönelik yapılan su ve gıda kaynaklarının kontaminasyonu ile gerçekleştirilen biyoterör eylemleri **agroterörizm** olarak isimlendirilmektedir [4,5]. Son yıllarda kullanılmaya başlanan Biyosuç (biocrime) kavramı ise; siyasi, ideolojik,

dini veya diğer inançlardan ziyade kişisel arzularla tek bir bireyi veya küçük bir grubu öldürmek veya hasta etmek için biyolojik bir ajanı kullanılması anlamına gelir [5-8]. Biyolojik savaş/biyoterörizm kavramındaki en önemli fayda halkta korku ve panik ortamının yaratılmasıdır.

Biyolojik savaş ajanları listesinde yer alan *Bacillus anthracis*, *Yersinia pestis*, *Coxiella burnetii*, *Brucella* spp. vb. ajanlarının zoonoz karakterli olması nedeniyle sadece insan sağlığı üzerinde etkili olmayıp, hayvanlarda oluşturacağı hastalık yükü ve ekonomik kayıplar nedeniyle de tarım sektörü üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir [6-9]. Biyoterör saldırılarının ekonomik etkilerine yönelik yapılan simülasyon çalışmalarında; *B.melitensis* ve *B.anthraxis* ile yapılacak biyolojik bir saldırının ekonomik etkisinin maruz kalacak her 100.000 kişi için sırasıyla 477.7 milyon dolar ve 26.2 milyar dolar olarak hesaplanmıştır [9].

Bir biyolojik saldırıda kullanılabilir ajanlar (i) mikroorganizmalar (ii) biyolojik olarak elde edilmiş çoğunlukla mikrobiyal orijinli toksin, hormon, nöropeptid ve sitokin benzeri metabolik ürünler (Biologically derived bioactive substances-BDBS) ve (iii) çeşitli biyolojik işlemler sonucunda sadece belli hedeflere veya hücre tipine yönelik geliştirilmiş yapay maddeler olmak üzere üç şekilde sınıflandırılabilir [1,10,11]. Biyolojik ajanların kitle imha silahlarına göre daha geniş etki potansiyeline sahip olmaları, daha kolay, hızlı ve ucuza üretilmeleri, kullanım kolaylığı ve kullanıldığında çok geniş alana dağılabilmeleri, etkilerinin kalıcı ve giderek artan özellik göstermesi gibi özellikleri nedeniyle diğer KİS'lerden ayrılmaktadır (Kutu 1) [4,6,10-14].

Kutu 1. Biyolojik Ajanların Avantajları [4,6,10,11,14,15]

- Bazı ajanların (örneğin bakteriler) kolay elde edilebilmesi
- Kolay, hızlı bir şekilde üretilmesi ve depolanabilmesi
- Düşük maliyetle üretim
- Kullanımların sinsi ve kolay olması (kullanılıp kullanılmadıklarına karar vermenin zorluğu, insan duyularıyla fark edilememesi)
- Çok geniş alana dağılım potansiyeli ve kullanıldıkları bölgeden hasta insan, vektör veya su/gıda aracılığıyla diğer bölgelere yayılabilmesi
- Bazı ajanların (*B.anthraxis*, *C.burnetti*, *F.tularensis* vb) çevre koşullarına dayanıklılığının yüksek olması nedeniyle uzun süreli çevresel kontaminasyona neden olmaları
- Yüksek mortalite ve/veya morbidite neden olabilmeleri
- Bazı ajanların (Çiçek, veba, viral kanamalı ateşler vb.) insandan insana bulaşabilmesi nedeniyle giderek artan vaka sayısı
- Bir biyolojik saldırı sonucu gelişen salgınların doğal yolla gelişen bir salgından ayırt edilememesi
- Tedavi ve korunma açısından sorunlar (aşı, antiserum ve antikor vb. olmaması veya pahalı olması)

Biyolojik savaş ajanlarının konvansiyonel silahlara ve KİS'lere göre daha kolay ve düşük maliyetli üretilmeleri önemli bir avantajdır. Silahların bir km²'lik bir alanda benzer etkiyi oluşturabilmesi için (Lethal doz-LD₅₀) üretim

maliyetleri karşılaştırıldığında; saldırının maliyetinin biyolojik silahlar için 1\$/km², kimyasal silahlar için 600\$/km², nükleer silahlar için 800\$/km² ve konvansiyonel silahlar için 2.000\$/km² civarında olduğu hesaplanmaktadır [16]. Bu düşük maliyetli ancak etkinliği yüksek olması biyolojik silahların “*Fakirin Atom Bombası*” olarak tanımlanmasına neden olmuştur [2]. Son yıllarda yaşam bilimi ve biyoteknolojideki son gelişmelere paralel olarak terörist ve paramiliter gruplar dahil herkesin kullanımına açık tesislerin varlığı, bilgi ve teknolojiye ulaşılabilirliğin artmasıyla biyolojik ajan üretimi nispeten daha kolay hale gelmiştir [11,16].

Herhangi bir biyolojik ajan (bakteri, virüs, mantar, parazit ve biyolojik toksin) biyolojik savaş ajanı olarak kullanılabilir. Kurumsal verilere göre 180’den fazla mikroorganizma ve toksin üzerinde biyolojik silah olarak çalışılmalar yürütülmüş ve bazıları ise silah haline getirilerek atma sistemlerine yüklenmiştir [4,15,17]. ABD Hastalıkları Kontrol ve Önleme Merkezi (CDC) biyolojik savaş ajanlarını insandan-insana bulaş ve kolay yayılabilmesi, virülansı (yüksek morbidite/mortalite oluşturma potansiyeli), halkta panik oluşturabilmesi ve özel hazırlık ihtiyacı gereksinimine göre üç kategoride sınıflandırmıştır (Tablo 1) [18].

Tablo 1. Biyolojik Savaş Ajanı Sınıflandırması (CDC)[18]

Kategori	Tanım	Ajan (Hastalık)
A	<p>Ulusal Güvenlik açısından yüksek risk oluşturan biyolojik ajanlar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ortamda kolayca yayılabilmesi ve kişiden kişiye kolayca bulaşabilmesi • Yüksek mortalite ve halk sağlığını tehdit potansiyeli • Halk arasında panik ve sosyal çöküntüye neden olması • Halk sağlığı yanıtı açısından özel hazırlıklar gerektirmesi 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Bacillus anthracis</i> (Şarbon) – <i>Clostridium botulinum</i> (Botulizm) – <i>Francisella tularensis</i> (Tularemi) – <i>Yersinia pestis</i> (Veba) – Variola major (Smallpox,Çiçek) – Viral Kanamalı Ateş etkenleri: <ul style="list-style-type: none"> ○ Arenavirüsler (Lassa, Machupo) ○ Filovirüsler (Ebola, Marburg)
B	<ul style="list-style-type: none"> • Orta derecede yayılım • Orta derecede morbidite ve düşük mortalite • Laboratuvar tanı kapasitesinin artırılması ve hastalık surveyansının iyileştirilmesi ihtiyacı 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Brucella</i> spp. (Bruselloz) – <i>Burkholderia mallei</i> (Ruam) – <i>Burkholderia pseudomallei</i> (Melioidoz) – <i>Chlamydia psittaci</i> (Psittakoz) – <i>Clostridium perfringens</i> epsilon toksin – <i>Coxiella burnetii</i> (Q humması) – <i>Rickettsia prowazekii</i> (Tifüs) – Gıda güvenliği tehditleri (<i>Salmonella</i> Spp, <i>E.coli</i> O157:H7, <i>Shigella dysenteriae</i>) – Su güvenliği tehditleri (<i>V.cholerae</i>, <i>Cryptosporidium parvum</i>) – <i>Risin Toksini</i> – <i>Staphylococcus aureus</i> enterotoksin B (Besin zehirlenmesi) – Viral Ensefalitler [(Alphavirüsler; at kaynaklı Doğu (EEE), Venezuela (VEE) ve Batı ensefalitleri WEE)] – Bunyavirüsler (Kırım-Kongo, Rift Vadisi) (Kanamalı ateş) – Flavivirüsler (Dang) (Kanamalı ateş)

C	<p>Kitlesel yayılım için üretilmiş olabilecek yeni ortaya çıkan patojenler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kolay erişilebilirlik • Kolay üretim ve yayılım • Yüksek morbidite ve mortalite • Halk sağlığını tehdit potansiyelinin yüksek olması 	<ul style="list-style-type: none"> - Nipah virüs - Çoklu ilaç dirençli <i>Mycobacterium tuberculosis</i> - Hantavirüs (Renal sendrom ile seyreden hemorajik ateş, kardiopulmoner sendrom) - Sarı Humma virüsü (Miyalji) - Kene kaynaklı ensefalit virüsleri - Kene kaynaklı hemorajik ateş virüsleri
---	--	--

Tarihçe

Biyolojik silahların ne zaman kullanılmaya başlandığını kesin olarak belirlemek mümkün değildir; ancak yazılı kaynaklarda milattan önce 6. yy'da Asurluların düşman su kuyularını çavdar mahmuzu (bir mantar türü olan *claviceps purpurea*, ergot alkaloidi) ile zehirledikleri yer almaktadır [8,13,19,20]. Hıristiyanlık öncesi dönemde düşman su kaynaklarının hasta insan ve hayvan cesetleri ile kontamine edilmesi Yunanlılar, Romalılar ve Persler tarafından da kullanılmıştır [8,13,19,21]. Bilinen ilk büyük biyolojik savaş saldırısı; 1346'da Ukrayna'nın Karadeniz yakınlığında Cenevizlilerin kontrolü altında olan Kaffa şehrinin Tatarlar tarafından kuşatılması sırasında vebalı asker ve hayvan cesetlerinin mancılıkla şehire fırlatılmasıdır. Cenevizlilerin hastalarını yanlarında alarak Cenova'ya dönerken, enfekte fare ve vektörler (fare piresi- *Pulex irritans*) aracılığı ile etkeni Avrupa'ya taşımaları sonucunda Avrupa kıtasında veba salgını başlamıştır. Avrupa kıtasında 1348-1352 yılları arasında başlayan salgın Avrupa nüfusunun üçte birinin ölümüne (25-30 milyon ölüm) neden olmuş ve insanlık tarihindeki ikinci büyük veba salgını "Kara Ölüm" olarak adlandırılmıştır (Tablo 2) [19-24].

Tablo 2. Biyolojik Saldırıların Tarihçesi [6-8,10,12,13,19-21]

Tarih	Biyolojik Saldırı
Tarih Öncesi	Tarih öncesi çağlarda Melanezyalı kabileler tarafından tetanoz bulaşmış ok uçlarının kullanılması.
MÖ 14.yy	Hittit ordusunun düşmanlarına <i>F.tularensis</i> ile enfekte koçları göndermesi.
MÖ 6. yy	Truva savaşında İskit okçularının oklarını çürüyen kadavralara ve <i>C.perfringens/C.tetani</i> içeren insan kanına batırarak enfekte etmeleri
MS 1155	Kral barborasa tarafından İtalya Tortona'daki su kaynaklarının insan cesetleriyle kirletmesi
MS 1346	Tatar ordusu tarafından günümüzde Ukrayna sınırlarında yer alan Feodosia (Kaffa) kentini kuşatma esnasında mancılıkla vebadan ölmüş insan ve hayvan cesetlerin atılması.
MS 1422	Litvanya ordusunun Carolstein (Bohemya) kasabasının kuşatmasında savaşta ölen askerlerin kadavralarını ve dışkılarını kasabaya fırlatması.
MS 1495	İspanyollar tarafından Napoli'de Fransızlara Lepralı hastaların kanıyla karıştırılmış şarapların satılması.
MS 1500'ler	İspanyol Kâşif Pizarro'nun Orta ve Güney Amerika'da yerlilere çiçek virüsüyle kontamine kıyafetleri vermesi.
MS 1650	Polonya ordusu tarafından kuduzlu köpek salyası içeren kürelerin düşman birliklerine atılması.
MS 1710	Rus ordusu tarafından Reval'deki (Estonya) İsveçlilere vebalı cesetlerin atılması.
MS 1754-1767	Fransız- Kızılderili savaşı esnasında Kuzey Amerika'daki İngiliz kuvvetlerinin komutanı Sir Jeffrey Amherst tarafından çiçek hastalarının yattığı hastaneden aldıkları kontamine battaniyelerin yerli halka dağıtılması.
MS 1797	Fransız ordusu, İtalya seferinde kuşattığı Mantua şehrinde yaşayanlara sıtma hastalığı bulaştırmak için ovaları sular altında bırakması.
MS 1800'ler	Kuzey Amerika'da beyaz yerleşimcilerin yerli halka çiçek ya da kızamık nedeniyle ölmüş kişilerin battaniyelerin dağıtması.
MS 1861-63 (Amerikan İç Savaşı)	Amerikan iç savaşı sırasında konfederasyon birlikleri tarafından Kuzey birliklerine çiçek ve sarı humma virüsü içeren kıyafetlerin satılması. Konfederasyon birliklerinin, Kuzey Birlik kuvvetlerinin su kaynaklarını hayvan cesetleriyle kirletmesi.
1914-1918 (I.Dünya Savaşı)	Almanların Fransız ordusuna gönderilecek at ve katırları ruam; koyun ve sığırları ise şarbon bakterileri ile enfekte etmesi. Alman birliklerinin Romanya'dan Rusya'ya gönderilecek olan koyun ve sığırları <i>B.anthraxis</i> ile enfekte etmesi. Alman birliklerinin İtalya'da kolera ve St. Petersburg'da veba yaymaya çalışması

1925	“Boğucu, Zehirli veya Diğer Gazların ve Bakteriyolojik Savaş Yöntemlerinin Savaşta Kullanılmasının Yasaklanmasına İlişkin Cenevre Protokol’ünün” imzalanması (38 imzacı ve 140 taraf).
1939–1945 (II.Dünya Savaşı)	Japon ordusunun Mançurya’da kolera ve tifüs salgınlarını incelemek için Çin köylerindeki su kuyularını zehirlemesi Japon ordusunun savaş esirleri ve sivil halk üzerinde <i>Banthracis</i> , <i>Y.pestis</i> <i>N.menegitidis</i> , <i>v.chlorea</i> , <i>S.dysenteriae</i> ve <i>C.perfringes</i> ile deneysel çalışmalar yürütmesi
1972	“Biyolojik Silahlar Sözleşmesi” (BWC) olarak da anılan “Bakteriyolojik (Biyolojik) ve Toksin Silahların Geliştirilmesi, Üretilmesi ve Stoklanmasının Yasaklanması ve Bunların İmhasına Dair Sözleşme’nin” 182 taraf ülke tarafından imzalanması

Genel olarak, tarih öncesinden 1900'e kadar iyi belgelenmiş birkaç vaka dışında Mikrobiyolojinin bir bilim olarak kurulmasından önceki dönemlerde bahsi geçen hastalık veya salgınların bir biyolojik saldırı sonucu mu yoksa doğal yolla gelişen bir hastalık mı olduğunu açıklığa kavuşturmak zordur [6,8,19]. 1900'den 1945'e kadar olan dönemde ise; küçük ve kompleks olmayan ulusal Biyolojik Savaş programlarının ortaya çıkışı (örneğin, Almanya, Japonya, İngiltere, Sovyetler Birliği ve ABD vb.) ve biyolojik silahların her iki Dünya'da da kullanılmasıyla karakterize olan bir dönemi göstermektedir [12,22,24].

I. Dünya Savaşında kimyasal silahların aksine biyolojik savaş ajanlarının kullanımına yönelik net bir bilgi bulunmamaktadır (Tablo 2). Potansiyel biyolojik ajanlar üzerinde yürütülen deneyler ve savunma programları kapsamında geliştirilen biyolojik savaş ajanlarına yönelik bilgiler gizlilik nedeniyle oldukça sınırlıdır [6,19,20,25].

I. Dünya savaşını takiben bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak Almanya, Belçika, İngiltere, Kanada, Fransa, Japonya, Sovyetler Birliği, ABD, Hollanda, İtalya, Polonya, Macaristan, Güney Afrika, Irak ve İran gibi ülkeler biyolojik silahların geliştirilmesine yönelik “Savunma programları” adı altında biyolojik savaş ajanlarının geliştirilmesi, etkileri, dağılımı, tedavi ve korunması üzerine programlar yürütmüşlerdir [2,6,8,12,13,19,24].

Japon ordusunun 1932 yılında başlattığı Biyolojik Savaş Programı, programın boyutu ve insanlar üzerinde yapılan deneyler nedeniyle tarih boyunca en vahşi araştırmalardan birisi olarak kabul edilmektedir [8,12]. Tokyo Askeri Tıp Fakültesinde Tümgeneral Shiro Ishii'nin komutası altında başlatılan çalışmalar Kwantung Ordusu'nun Su Arıtma Dairesi'nin bir parçası olarak gizlenmiştir [6,8]. Mançurya'nın Pingfang şehrinde kurulan tesisler teknik gelişmişlik düzeyi açısından oldukça ilkel kabul edilmesine rağmen, bu program kapsamında başlıca Ünit 731 (Salgın Önleme ve Su Arıtma Departmanı) ve Ünit 100 olmak üzere 150'den fazla araştırma merkezinde 3000 askeri personel ve teknisyen görev almıştır [12].

1932-1945 yılları arasında Mançurya’da yürütmüş oldukları çalışmalar biyolojik savaş ajanlarının özellikleri, yayılım ve klinik tabloların anlaşılması açısından çok önemlidir. İlk aşamada, 1932-39 yılları arasında bölge hapisanesindeki mahkum ve savaş esirleri üzerinde *B.anthraxis*, *F.tularensis*, *Neisseria meningitidis*, *Shigella* spp., *V. cholerae*, *Y.pestis*, *B.mallei* (Ruam), *Brucella* spp., *S.Typhi*, *C.tetani* ve *Corynebacterium diptheriae*’nin

enfeksiyon oluşturması üzerine deneysel çalışmalar yapılmıştır (Tablo 2) [19-22]. Yürütölen bu çalışmalar sonucunda 13 yılda 10.000'e yakın savaş esiri ve mahkmun öldüğü tahmin edilmektedir [20,22]. Mahkmlar üzerinde denenen bakterilerin biyolojik silaha dönüştürölmesiyle halk üzerinde biyolojik silahlar kullanıldığı ikinci aşamaya geçilmiştir. Bu evrede 11 kentin içme suyu kaynakları *Salmonella* sp., *Shigella* sp. ve *V.cholerae* ile kontamine edilmiş, evlerin içine *B. anthracis* sporları (Ha bombası) pskrtölmş ve uçaklarla şehirlerin üzerine *Y. pestis* ile enfekte pıreleri içeren seramik bombalar (her atakta yaklaşık 15 milyon Uji bombası) atılmıştır. Enfekte vektörler ile yapılan saldırılarda veba hastalığı gelişmemiştir. Üstelik yayılımı kontrol etmedeki zorluktan dolayı birçok Japon askeri bu saldırılar sonucunda hayatını kaybetmiştir [19-22]. İkinci Dünya Savaşı'nın bitiminden hemen sonra Sovyetler Birliği bu faaliyetlerde bulunan Japon bilim adamlarını savaş suçlarından mahkm etmiştir. Bununla birlikte, A.B.D hükümeti, Japon Biyolojik Savaş Program kapsamında yürütölen çalışmalara ve bilimsel buluşlara özel erişim elde etmek için bu bilim adamlarına gizlice dokunulmazlık vermiştir [6].

1945'ten sonra biyolojik ajanlara daha geniş erişim, biyoteknoloji ve biyokimya alanlarında kaydedilen ilerlemeler ve Biyolojik savaş programlarının sonlanmasıyla birlikte biyolojik ajanların küçük gruplar ve bireyler için bile erişilebilir olmasına olanak tanımıştır. Bu dönemde genetik mühendisliğindeki gelişmelere bağlı olarak biyolojik ajanlarının öldürücü potansiyeli artmıştır [8,11,13,19].

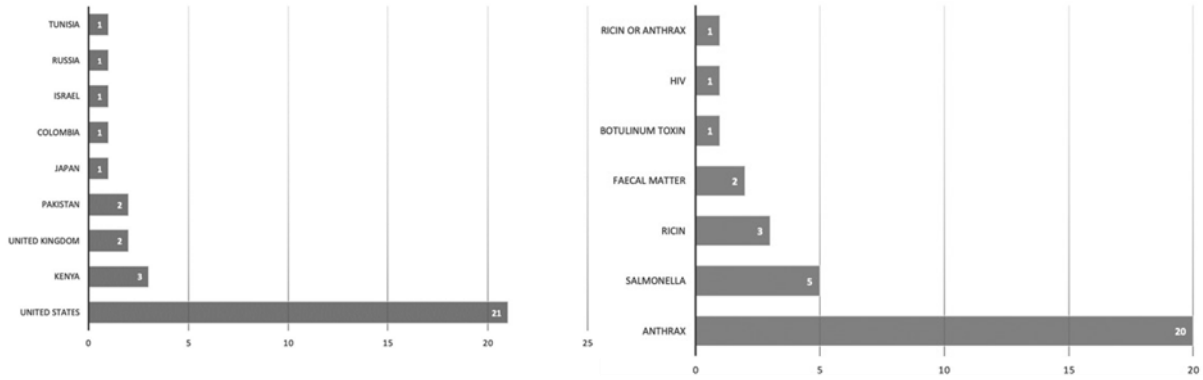
Biyoterörizm: Örnekle

Yazılı belgelere dayanan biyoterörizm ve biyosuç örneklelerine sayısı fazla değildir (Tablo 3). 20.yy'da resmi olarak açıklanmış 27 biyoterör saldırısı yaşanmıştır [24].

Tablo 3. Biyoterör veya biyo-suç amaçlı biyolojik ajanların kullanılması olaylarında değişim (1900–1999) [24].

Tarih	Biyoterör eylemi	Biyo-suç	Diğer / Belirsiz	Toplam
1990–1999	19	40	94	153
1980–1989	3	6	0	9
1970–1979	3	2	3	8
1960–1969	0	1	0	1
1950–1959	1	0	0	1
1940–1949	1	0	0	1
1930–1939	0	3	0	3
1920–1929	0	0	0	0
1910–1919	0	3	0	3
1900–1909	0	1	0	1
Toplam	27	56	97	180

1970-2019 yılları arasında biyolojik ajanların kullanıldığı 33 terör saldırısı gerçekleşmiştir. Bu terör saldırılarında 9 ölüm ve 806 yaralanma görülmüştür. Biyoterör saldırıların 21'i ABD'de gerçekleşirken, üç saldırı Kenya'da, Birleşik Krallık ve Pakistan'da ikişer saldırı, Japonya, Kolombiya, İsrail, Rusya ve Tunus'da ise birer biyoterör saldırısı meydana gelmiştir (Şekil 1). Biyolojik ajanların kullanıldığı rapor edilen bu terör saldırılarının hedefleri incelendiğinde; 13 saldırının devlet kurumları/çalışanları hedef aldığı, altı saldırının gazeteci veya medya kuruluşlarını ve dörder terör saldırısının ise işletme ve 4 vatandaş/ özel mülkü hedef aldığı görülmektedir. Diğer biyoterör saldırılarının karışık hedefler (hükümet, gazeteci ve sivil vatandaşlar arasında) ve havalimanı, eğitim kurumuna ve turistlere yönelik olduğu ve bir biyoterör saldırısının ise hedefi "bilinmiyor" olarak kayda geçirildiği görülmektedir [25].



Şekil 1. 1970-2019 yılları arasında biyoterörist saldırıların görüldüğü ülkeler ve terörist saldırılarda kullanılan biyolojik ajanlar [25,28].

Son 50 yıl içerisindeki biyoterör olaylarına kısaca göz atıldığında;

R.I.S.E (1972, Chicago, ABD)

R.I.S.E isimli terör örgütü tarafından Chicago'daki su arıtma sistemlerine bir saldırı girişimi olmuştur. RISE (Kısaltma tam olarak bilinmemekle birlikte R'nin Yeniden Yapılanma, S'nin Toplum ve E'nin İmha anlamına geldiğine inanılmaktadır; I ne anlama geldiği bilinmemektedir) örgütünün amacı; mevcut dünya nüfusunu azaltarak ekolojik değerlerle daha uyumlu yeni bir toplumu inşa etmektir. Su kaynaklarına yapılacak saldırı grup üyelerinden bazılarının planları ihbar etmesi nedeniyle başarısız olmuştur. Sonraki yıllarda CDC tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda, grubun *S. enterica* serovar Typhi, *Shigella sonnei*, *C. botulinum*, *Neisseria meningitidis* ve *C.diphtheriae* suşlarına sahip olduğunu göstermiştir [6,19,24,26].

1980 yılında Paris'te polis, Alman Kızıl Ordu Fraksiyonu terör örgütüne ait bir güvenli evi keşfetmişlerdir. Evde şişeler halinde botulizm toksini içeren küçük bir laboratuvarın olduğu açığa çıkmıştır [19,24].

Dark Harvest (Karanlık Hasat, 1981, Porton Down, İngiltere)

Dark Harvest isimli örgütün “Kara Hasat Komandoları” adını taşıyan aktivist grubu, Kimyasal Savunma Teşkilatı'nın bulunduğu Porton Down kampüsü yakınındaki Londra-Exeter demiryolu hattına bir paket bırakmıştır. Paketin içinde İngiliz hükümeti tarafından İkinci Dünya Savaşı (1941) sırasında şarbon sporlarıyla kirletilen (test alanı olan) Gruinard Adası'ndan alınan toprak yer alıyordu. Grup, bu saldırıyla yapılan deneysel çalışmadaki “ölüm tohumlarını” kaynağına iade ettiklerini iddia ediyordu. Paket içerisindeki toprağın analizinde düşük konsantrasyonda (≈10 organizma/gram toprak) *B.anthraxis* sporlarının olduğu saptandı. Bu düşük konsantrasyon halk sağlığı açısından herhangi bir olumsuz etki yaratacak düzeyde değildir [19,24,27].

Rajneeshees (1984, The Dalles, Oregon, ABD)

1984'te, Oregon'daki Wasco ilçesinde yaklaşan seçimlerden önce, dini bir tarikat olan Rajneeshees, seçmenleri oy kullanamayacak hale getirecek şekilde hastalandırmayı ve böylece tarikatın ilçe merkezi ve hükümet üzerinde siyasi kontrol sahibi olmasını sağlamak amacıyla bir biyoterör saldırısı düzenlemiştir [6]. Tarikat üyeleri tarafından bölgedeki 10 restoranın salata barlarına, salata soslarına ve kahve kremalarına *S.enterica* serovar Typhimurium bakterisi (ATCC 14028 suşu) karıştırılmak suretiyle biyoterör saldırısı gerçekleştirilmiştir. Açığa çıkan besin zehirlenmesi sonucunda 751 kişi hastalanmış ve 45 kişi hastaneye kaldırılmıştır [6,8,19,24]. Salmonella bakterisinin Rajneesh Medical Corporation (RMC) lisanslı laboratuvarında kullanılmak üzere yasal olarak VWR Scientific'ten (Seattle, Washington) alınan Bactrol disklerinden izole edildiği anlaşılmıştır [19,24]. Tarikatın aynı zamanda diğer bazı ajanların (*S. enterica* serovar Typhi, *Enterobacter cloacae*, *Neisseria gonorrhoeae*, *S.dysenteriae*, hepatit virüsleri ve AIDS) ve Dalles'in su tedarik sistemini ölü kemirgenler (kunduz, sıçan ve fare) kullanarak kontamine etmeyi planladıkları anlaşılmıştır [28].

Aum Shinrikyo (1990–1995, Japonya)

20 Mart 1995 tarihinde Tokyo metro sistemine Sarin gazıyla yapılan saldırının sorumlusu olan terörist grup Aum Shinrikyo (Yüce Gerçek tarikatı), *B.anthraxis*, *V. cholerea* ve *C.burnetii* gibi mikroorganizmalar ve botulinum toksini üretmeye çalışmıştır [6,8,12]. Tarikatın dünya çapında 20.000 ila 40.000 arasında müridi olduğu ve net servetinin 1.5 milyar dolar olduğu iddia edilmiştir [29]. Tarikat planladıkları biyolojik saldırı için Ebola virüsü elde etmek amacıyla 1992 yılında Zaire'deki ebola virüsü salgınında yardım ekibi kısıvesinde 40 kişilik ekibi Zaire'ye göndermiştir [6,19,24]. Tarikat, yeterliliğini sürdürmek için dış tedarikçilerden suşları temin etmek yerine çevresel kaynaklardan suşları izole etmeyi tercih etmiştir. Örneğin, *Clostridium botulinum* bakterisini Ishikarigawa Havzası'ndaki topraktan izole etmişler ve toksin üretimini gerçekleştirmişlerdir [6,8,12,24]. Tarikat, 1990-1995

yılları arasında Tokyo'nun çeşitli kesimlerine en az sekiz kez şarbon ve botulizm toksini ile saldırılar gerçekleştirilmiş ancak bu biyolojik saldırılarda herhangi bir hastalık oluşmamıştır. Nisan 1990'da Japon Parlamentosu ve Tokyo'daki diğer hükümet binalarının etrafında bir otomobil egzozundan botulinum toksini yaymışlardır. Haziran 1993'te Tokyo'da İmparatorluk Sarayı ve Tokyo'daki diğer ana hükümet binalarının etrafında bir otomobille botulinum toksini yayarak Japonya veliaht prensinin düğününü bozma girişiminde bulunmuşlardır. 1995 yılında ise; metrodaki Sarin gazı saldırısından hemen önce Kasumagaseki metro istasyonu'nda botulinum toksini ile yapılacak saldırı önlenmiştir. Ayrıca, hayvanların aşılmasında en yaygın olarak kullanılan Sterne 34F2 suşuna yüksek homoloji gösteren bir şarbon suşu üretilmiş ve Haziran 1993'te Doğu Tokyo'daki Aum binasının çatısından dört gün boyunca püskürtülmüştür. Biyoterör eylemlerinde aşı suşu olan Sterne 34F2 suşuna yüksek homoloji gösteren bir şarbon suşu kullanılması ve aerosol oluşturmadaki teknik zorluklar nedeniyle tüm bu girişimler başarısız olmuştur. Aum Shinrikyo tarikatının elinde biyolojik ajanları püskürtmek için sprej tanklarıyla donatılmış küçük uçaklarının bulunduğu ortaya çıkmıştır [6,8,19,24,29].

Amerithrax (2001, USA)

En son biyolojik terör saldırısı ABD'de 11 Eylül 2001'deki terör saldırılarından kısa bir süre sonra posta kaynaklı *B.anthraxis*'in kasıtlı olarak yayılmasıdır (Amerithrax) [30]. 18 Eylül 2001 tarihinde New York'taki Dünya Ticaret Merkezi'nin İkiz Kulelerine yapılan saldırılardan bir hafta sonra, çeşitli medya şirketlerine (ABC News, CBS News, NBC News, New York Post ve National Enquirer) *B.anthraxis* sporlarını içeren mektuplar gönderilmiştir. Trenton, New Jersey posta damgalı olan bu mektuplardan New York Post ve NBC'den Tom Brokaw'a gönderilen iki mektup kurtarılabilmektedir. Bu ilk dalgayı takiben ikinci mektup dalgası üç hafta sonra 9 Ekim'de başlamış ve aynı posta damgasını taşıyan iki mektup Demokrat ABD Senatörleri Tom Daschle (Güney Dakota) ve Patrick Leahy'nin (Vermont) Senato ofislerine gönderilmiştir [30-32]. Bu biyoterör saldırıların bir sonucu olarak beşi ölümle sonlanan toplam 22 şarbon vakası (11 akciğer ve 11 deri şarbonu) gelişmiştir. Yürütülen çalışmalarda 30'dan fazla kişinin *B.anthraxis* sporlarına maruz kaldığı saptanmıştır. Bu biyoterör saldırısı sonucunda çoğunluğu posta çalışanı olmak üzere yaklaşık 32.000 kişiye altı hafta süreyle kemoprofilaksisi uygulanmıştır [33-35].

Posta kaynaklı şarbon saldırılarını takiben çeşitli kaynak ve yerlerden biyolojik kanıtlar toplanmıştır. Bu amaçla toz içeren 4 zarf, enfekte hastalardan alınan 17 klinik örnek ve zarfların kat ettiği yol boyunca yer alan yerlerden alınan 106 örnek (Florida, Washington, D.C, New Jersey, New York ve Connecticut) incelemeye alınmıştır. Şarbon mektuplarının üzerinden sekiz yılı aşkın süre geçtikten sonra, 19 Şubat 2010'da "Amerithrax Soruşturma Raporu" yayınlanmış ve FBI'ın soruşturması resmi olarak kapatılmıştır. Posta kaynaklı şarbon saldırısının tek faili

olarak şarbon aşılı ve tedavisi üzerinde ABD Ordusu Enfeksiyon Hastalıkları Tıbbi Araştırma Enstitüsü'nde çalışan (USAMRIID) mikrobiyolog ve biyo-savunma araştırmacısı Bruce Ivins suçlanmıştır. Ancak 29 Temmuz 2008'de Dr. Ivins'in intihar etmesi üzerine suçluluğuna veya masumiyetine ilişkin hukuki bir karara varılması mümkün değildir. Mektuplarda bulunan şarbon sporlarının genetik özellikleri ile Dr. Ivin'in laboratuvarında çalışılan suşların (RMR-1029 suşu) arasındaki genetik benzerliğe dayanarak fail olarak tanımlanmıştır [30-32].

2002'de İngiltere'nin Manchester kentinde altı terörist risin toksini ile yakalanmıştır. 2004 yılında Washington'daki Dirksen Senato Ofis Binasında aynı toksinin izlerine rastlanmış ve 2020 tarihinde Başkan Trump'a gönderilen bir posta materyalinin içinde de risin toksini saptanmıştır. Bu gelişmeler, biyolojik ajanların kullanımının son zamanlarda terörist gruplara kaydığını göstermektedir [13,25].

Biyosuç: Örnekler

Literatürde çok sayıda biyosuç girişi bulunmaktadır. Yayınlanmış biyosuçlara örnek olarak 1964 yılları arasında Japonya'daki yaşanan gıda kaynaklı noktasal salgınlar verilebilir [6,24]. 1964 yılında bakteriyolog Dr. Mitsuru Suzuki, *S.dysenteriae* bakterisiyle kontamine edilmiş pandispanya kullanarak dört meslektaşına hastalık bulaştırdığı için gözaltına alınmıştır. Yürütülen soruşturma kapsamında Dr. Suzuki, yaklaşık 200 hastayı ve dört kişinin ölümü kapsayan bir dizi dizanteri ve tifo salgınıyla ilişkilendirilmiştir. Savcılık makamı, Dr. Suzuki'nin ihtisas tezinin hastalardan izole edilen *S. enterica* serovar Typhii olduğu ve bu bakterilere ait bir kültürün Japonya Ulusal Sağlık Enstitüleri'nden çalındığını bildirmiştir [24,36].

1978 yılında BBC'de çalışan Bulgar yazar Georgi Markov, Bulgar Gizli Servisi tarafından planlanan bir suikaste şemsiye ucuna yerleştirilmiş risin toksini içeren misketin bacağına enjekte edilmesiyle hayatını kaybetmiştir. Aynı yıl Paris'te benzer bir suikast girişi daha olmuştur. 1970 yıllarda benzer şekilde altı suikast girişi yaşanmıştır [19,24,37].

1996 yılında Teksas'taki büyük bir tıp merkezinde *S.dysenteriae* tip 2 salgını meydana gelmiştir. Laboratuvarda çalışan 12 personelin gece ve sabah vardiyası arasında öğle yemeği odasında bırakılan unlu mamulleri (börek ve çörekleri) yedikten sonra rahatsızlanmıştır. Yapılan laboratuvar analizleriyle dokuz hastanın gaitasından *S.dysenteriae* izole edilmiş ve tüketilen gıda örneklerindeki bakteri kökeniyle aynı olduğu gösterilmiştir. Laboratuvarda bir bakteri suşunun stoktan çalındığı anlaşılmıştır. Laboratuvarda çalışan Diane Thompson isimli personel 12 meslektaşına hastalık bulaştırmakla suçlanmış ve 20 yıl hapis cezasına çarptırılmıştır [6,38].

Biyoterörizmin Epidemiyolojisi

Bir bölgede açığa çıkan olgu kümelenmeleri veya bir salgının tanımlanmasında;

- Bölgede bilinen bir endemik hastalığa bağlı oluşan bir salgın mı?,
- Yeni veya yeniden önem kazanan bir enfeksiyon etkenine bağlı bir salgın mı?
- Laboratuvar kaynaklı bir kazaya mı bağlı gelişen durum mu?
- Biyolojik savaş ajanının kullanımına bağlı mı geliştiğine karar vermek kolay değildir [3,4,10,39].

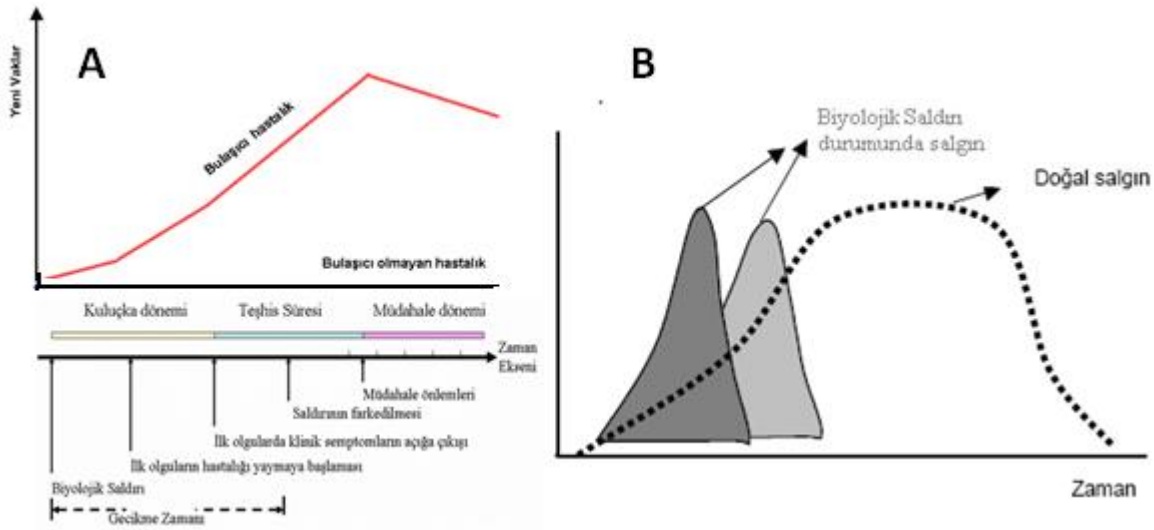
Bir salgın durumunda yürütülen epidemiyolojik inceleme doğal yolla veya biyolojik saldırı sonucu gelişen salgınları ayırt edemez. Bu ayrımı yapabilmek için matematiksel modellemelere dayanan çok sayıda araştırma yayınlanmıştır. Günümüzde hızlı tanının konulması, hızlı ve yerinde bir müdahale edilmesi için biyoterörizm konseptinde “**sendromik sürveyans**” uygulanması önerilmektedir. Sendromik sürveyansın bir ileri bileşeni olarak biyo-sürveyans uygulaması ABD ordusu tarafından kullanılmaktadır.^{10,40} Buradaki en önemli husus sadece olgu kümelenmeleri değil tek bir olağan dışı hastalık (örneğin tek bir akciğer şarbonu, ruam/meliidoz, viral ensefalitler gibi) özellikli olgularda sistemin hızla uyarılmasıdır [10,39-43].

Epidemiyolojik açıdan Biyolojik Saldırı Göstergeleri;

1. Yeryüzünden eradike edilmiş çiçek hastalığının görülmesi,
2. Bir toplulukta ani başlayan ve çok sayıda bireyi etkileyen enterit, pnömoni vb. hastalıkların görülmesi,
3. Akciğer şarbonu, pnömonik veba, tifoidal veya pulmoner tularemi, ruam, kanamalı ateş ve tifüs gibi hastalıklara bağlı çok şiddetli hastalık tablosu olan vakaların görülmesi,
4. Nedeni bilinmeyen ani ölümlerin varlığı,
5. Farklı hastalıklara ait birden çok ani başlayan salgınların görülmesi (Benzer semptomlar görülen kişilerin sayısında orantısız bir artış),
6. Enfeksiyonun normalde görülmediği yaş gruplarında, görülmediği bir coğrafyada, ve/veya normal enfeksiyon zamanının dışında görülmesi,
7. Alışılmadık yollarla maruz kalınan hastalık; örneğin botulinum veya SEB gibi toksin hastalıklarının aerosol yol ile oluşmasının saptanması,
8. Zoonotik hastalık salgınları veya viral/riketsiyal hastalıklar gibi ekzotik enfeksiyonların görülmesi,
9. Normal olarak belli bir vektör ile bulaşan bir mikroorganizmanın vektörü olmadan yayılması veya o bölgede bulunmayan bir vektörlerle bulaşan hastalığın görülmesi,
10. Hasta ya da ölen hayvanların sayısında artış,

11. Belirli bölgelerde temas edenlerde yüksek atak hızının varlığı (örneğin etken kapalı bir alana verilmişse bina içerisinde veya dış ortama etken salınmışsa bina içindekilerde düşük atak hızının saptanması),
12. Belirli bir mesleki grupta hastalık görülmesi: posta çalışanları, askeri personel vb. bir biyolojik saldırının göstergesi olabilir [6,39-43].

Biyolojik saldırıya bağlı gelişen hastalık tanısındaki bir önemli husus; kullanıldığı anda etkisi hemen gözlenen kimyasal silahların aksine, biyolojik ajanlara bağlı hastalıkların (veya intoksikasyonlar) gelişmesi için bir inkübasyon süresine ihtiyaç olmasıdır (Şekil 2). İnkübasyon süresi, ilk olguların geç tanı konulmasına ve müdahale için zaman kaybına yol açacaktır. Bu durum özellikle insandan insana bulaşan etkenlere bağlı enfeksiyonun daha da yayılmasına neden olacaktır. İnkübasyon süresinin varlığına ek olarak; çoğu biyolojik silah ajanının nadir görülen enfeksiyonlar (veya intoksikasyonlara neden olması) olması ve oluşan hastalıklarda non-spesifik semptomların varlığı erken tanıyı güçleştiren faktörlerdir [39-41]. Oluşacak hastalık veya intoksikasyonları kapsayan sendromların yer aldığı (Ani ölüm; Gastrointestinal; Solunum; Nörolojik; Dermatolojik ve Kanamalı ateşler gibi sendromların) sendromik (veya biyo-sürveyans) uygulanması vakaların veya salgının daha erken tanımlanmasını sağlayabilir [8,11,39,43].



Şekil 2. Biyolojik saldırı sonucunda olguların görülme ve tanı zamanları (A) ve Doğal ve biyolojik saldırıya bağlı gelişen salgınlardan epidemiyolojik eğrileri (B).

Hastalık paterni, doğal veya biyolojik saldırı ayırımında öncelikli bir faktördür. Çoğu insandan insana veya vektör kaynaklı enfeksiyonlara bağlı salgınlarda hasta sayısının artışı, özellikle temas eden duyarlı popülasyonun azalması ve bağışıklık gelişimiyle birlikte azalmaktadır. Fakat, biyolojik saldırı durumunda büyük bir olasılıkla popülasyondaki herkes aynı anda etkenle temas edecek ve sonuç olarak saatler veya günler içinde hızlı bir tepe

yapan “baskılanmış” bir epidemiyolojik eğri elde edilecektir. Eğer, biyolojik silah ajanı insandan insana bulaşıyorsa, birinci tepeden sonra ikinci tepe oluşumu görülecektir (Şekil 2) [39,42]. Kısa bir periyotta saatler-günler içinde epidemik eğride hızlı yükseliş ve özellikle doğal yolla gelişen salgınlarda görülen yükselme ve alçalmalar yerine daha sabit bir yükseliş görülmesi de biyolojik saldırı lehine önemli bir bulgudur. Ancak, biyoterörist saldırıda beklenen epidemiyolojik eğri, diğer noktasal kaynaklı temaslarda görülen (örneğin gıda kaynaklı salgınlar) eğriye benzer olduğu için bu durum biyolojik saldırı için patognomonik değildir (Şekil 2) [39,40,42].

Sonuç olarak; günümüzde kitle imha silahlarına karşı tümüyle hazırlık olma olasılığı yoktur. Gelecekteki biyoterör olaylarının bireyleri ya da kurumları hedef alan küçük ölçekli saldırılar olacağı öngörülmekle birlikte mikrobiyoloji, genetik ve nanoteknolojideki alanındaki gelişmeler; mikroorganizmaların hastalık yapıcı özelliklerini ve çevre koşullarına uyumunu arttıracak ve mevcut tedavilere dirençli hale getirecek modifikasyonlara olanak sağlaması nedeniyle bir terör saldırının yol açacağı sağlık ve ekonomik sonuçları arttıracaktır. Biyolojik bir ajanın salınımına sistemin hızlı ve doğru yanıt vermesi için multidisipliner bir yapılanmanın oluşturulması, kurumlar arası iş birliği ile acil durum planlarının hazırlanması, biyoterör tehdit değerlendirmelerinin düzenli olarak yenilenmesi, hızlı teşhis ve tespiti tanıya yönelik teknik alt yapının kurulması, sürveyans sisteminin ve hazırlılık planlarının oluşturulması, beşeri, veteriner ve çevre mikrobiyolojisi kapsayacak bir ulusal laboratuvar ağının kurulması gereklidir.

Kaynaklar

- [1] Weapons of Mass Destruction: An Encyclopedia of Worldwide Policy, Technology, and History. Vol 1 Chemical and Biological Weapons. Croddy EA (ed). ABC-CLIO USA, 2005.
- [2] Anderson B, Friedman H, Bendinelli M, (Eds). Microorganisms and Bioterrorism. Springer, USA, pp 15-27, 2006.
- [3] Antosia RE, Cahill JD. Handbook of Bioterrorism and Disaster Medicine. pp 89-157, Springer, USA,2006.
- [4] World Health Organization. Public health response to biological and chemical weapons-WHO guidance, 2nd edn. Geneva: WHO, 2004.
- [5] DaSilva, E. Biological warfare, bioterrorism, biodefence and toxin weapons convention. *EJB* 2:99-129,1999.
- [6] Oliveira M, Mason-Buck G, Ballard D, Branicki W, Amorim A. [Biowarfare, bioterrorism and biocrime: A historical overview on microbial harmful applications](#). *Foren Sci Int* 314:110366,2020.
- [7] Kılıç S. Biyolojik Silahlar ve Biyoterörizm. *Türk Hij Den Biyol Derg* 1-20, 2006.
- [8] Jansen HJ, Breeveld FJ, Stijnis C, Grobusch MP. [Biological warfare, bioterrorism, and biocrime](#). *Clin Microbiol Infect* 488-96,2014.
- [9] Kaufmann AF, Meltzer MI, Schmid GP. The Economic Impact of a Bioterrorist Attack: Are Prevention and Postattack Intervention Programs Justifiable?. *Emerg Infect Dis* 83-94, 1997.
- [10] The U.S. Army Medical Research Institute of Infectious Diseases (USAMRIID). Medical Management of Biological Casualties Handbook (Blue Book). 9th Edition. Fort Detrick,2020.
- [11] Tu A (ed): Biological Agents and Weapons. Pp. 25-48. In: Chemical and Biological Weapons and Terrorism. CRC Press Boca Raton,2020.
- [12] Lietenberg M. Biological weapons in the twentieth century: a review and analysis. *Crit Rev Microbiol* 267-320,2001.
- [13] Flora SJS. Biological warfare agents: History and modern-day relevance. In: Flora SJS. Pachauri V (Eds). [Handbook on Biological Warfare Preparedness](#). Pp:1-11. Academic Press,2020.

- [14] Cenciarelli O, Rea S, Carestia M, D'Amico F, Malizia A, Bellecci C et al. Bioweapons and Bioterrorism: A Review of History and Biological Agents. Defence S&T Tech Bull 111-129, 2013.
- [15] Tucker, JB. The current bioweapons threat. In: Hunger I, Radosavljevic V, Belojevic G, Rotz LD (Eds). Biopreparedness and Public Health. Pp: 7-16. Springer, Amsterdam,2013.
- [16] North Atlantic Treaty Organization (NATO). NATO Handbook on the Medical Aspects of NBC Defensive Operations AMedP-6(B). Part II - Biological. 1996.U.S. Department of the Army, Washington DC.
- [17] Hayoun MA, King KC. Biologic Warfare Agent Toxicity. [Updated 2021 Jan 20]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441942/> (Accessed date: 21.04.2023)
- [18] Center for Disease Control and Prevention: Bioterrorism Agents/Diseases, April 2018. <https://emergency.cdc.gov/agent/agentlist-category.asp>.(Accessed date: 20.05.2021).
- [19] Carus WS. A Short History of Biological Warfare: From Pre-history to the 21st Century. Government Printing Office, 2017.
- [20] Barras V, Greub G. [History of biological warfare and bioterrorism](#). Clin Microbiol Infect 497-502,2014.
- [21] Christopher GW, Chieslak TJ, Pavlin JA, Eitzen EM. Biological warfare, a historical perspective. JAMA 412-417,1997.
- [22] Martin JW, Christopher GW, Eitzen EM. History of biological weapons: from poisoned darts to intentional epidemics. In: Dembek ZF (ed). Textbooks of military medicine. Medical aspects of biological warfare. Pp. 1–20. Washington, DC: Borden Institute, USA, 2007.
- [23] Derbes VJ. De Mussis and the great plague of 1348: a forgotten episode of bacteriological war. JAMA 159–62, 1996.
- [24] Carus WS. Bioterrorism and biocrimes: the illicit use of biological agents since 1900. February 2001 revision. Washington, DC: Center for Counterproliferation Research, National Defense University, 2001. Available at: <http://www.fas.org/irp/threat/cbw/carus.pdf>. (Accessed date: 08.05.2023).
- [25] Tin D, Sabeti P, Ciottone GR. [Bioterrorism: An analysis of biological agents used in terrorist events](#). Am J Emerg Med 117-121,202;.
- [26] Carus WS. [RISE: a case study, Encyclopedia of Bioterrorism Defense, \(2005\) 1-1](#)
- [27] Yabroff A. Dark harvest. In: Encyclopedia of Bioterrorism Defense. [Pilch RF](#), [Zilinskas](#) RA(Eds). First edition, Willy, USA, 2005.
- [28] Bennett BC. US Biodefense & Homeland Security: Toward Detection & Attribution, Naval Postgraduate School Monterey CA, 2006.
- [29] N.R. Council, Science Needs for Microbial Forensics: Developing Initial International Research Priorities, National Academies Press, 2014
- [30] Kerns TL, Decker RS. The FBI's Amerithrax Task Force and the advent of microbial forensics. In: Budowle B, Schutzer S, Morse S (Eds). Microbial Forensics. Pp. 15–25. Elsevier, USA,2020.
- [31] Keim PS, Budowle B, Ravel J. Microbial forensic investigation of the anthrax-letter attacks. In: Budowle B, Schutzer S, Morse S (Eds). Microbial Forensics. Pp. 15-25, Elsevier, USA,2020.
- [32] Cole LA. The Anthrax letters: challenges and lessons. Med Resp Terror Threats 25, 2010.
- [33] Bush LM, Perez MT. The anthrax attacks 10 years later, Ann Intern Med 41–44,2012.
- [34] Inglesby TV, O'Toole T, Henderson DA, Bartlett JG, Ascher MS, Eitzen E et al. Anthrax as a biological weapon. Updated recommendations for management. JAMA 2236–2252,2002.
- [35] [Jernigan JA](#), [Stephens DS](#), [Ashford DA](#), [Omenaca C](#), [Topiel MS](#), [Galbraith M](#) et al. Bioterrorism-related inhalational anthrax: the first 10 cases reported in the United States. Emerg Infect Dis 2001;7(6):933-44.
- [36] Anon. Deliberate spreading of typhoid in Japan. Science J 11–12, 1966.
- [37] Brunka Z, Ryl J, Brushtulli P, Gromala D, Walczak G, Ziğba S et al. Selected Political Criminal Poisonings in the Years 1978-2020: Detection and Treatment. Toxics 468, 2022.
- [38] Kolavic SA, Kimura A, Simons SL, Slutsker L, Barth S, Haley CE. An outbreak of *Shigella dysenteriae* type 2 among laboratory workers due to intentional food contamination. JAMA 396–398,1997.
- [39] Pavlin JA. Epidemiology of Bioterrorism. Emerg Infect Dis 528-30,1999.
- [40] Christian MD. Biowarfare and bioterrorism. Crit Care Clin 717-56, 2013.
- [41] Das S, Kataria VK. Bioterrorism: A Public Health Perspective. Med J Armed Forces India 255-60, 2010.
- [42] Treadwell TA, Koo D, Kuker K, Khan AS. Epidemiologic clues to bioterrorism. Public Health Rep 92-8,2003.
- [43] Karwa M, Currie B, Kvetan V. Bioterrorism: Preparing for the impossible or the improbable. Crit Care Med 33(1 Suppl): S75-95, 2000.

Prof. Dr. Selçuk KILIÇ

1993 yılında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesinden mezun oldu. 1996 yılında Ankara Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkez Başkanlığı'nda (RSHMB) Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı ve 1999 Klinik mikrobiyoloji uzmanlık eğitimin tamamladı. 11 Eylül 2001 tarihinden sonra ülkemizde tek olan “*Ulusal Biyoterör Ajanları Referans Laboratuvarı 'nı*” kurdu ve 2020 yılına kadar yönetti.

2000'li yıllardan itibaren RSHMB'de Yüksek riskli patojenler (Şarbon, Tularemi, Bruselloz, Q humması, Riketsiyoz, Yersinia ve KKKA vb.), Biyogüvenlik ve biyoemniyet, Biyolojik silahlar/Biyoterörizm, moleküler tiplendirme metodlarının enfeksiyon hastalıklarının süreyansında kullanımları ve hızlı tanı sistemlerinin enfeksiyon hastalıkların tanısında hızlı tanı sistemlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürüttü. ABD Askeri Enfeksiyon Hastalıkları Enstitüsü'nde (USAMRIID) Biyolojik Savaş Ajanlarının Saha Tanımlaması (FIBWA) eğitimi aldı. Halen Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Savunma Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi KBRN AD Başkanı ve T.C Sağlık Bakanlığı KBRN Bilim Komisyonu başkanı olarak görev yapmaktadır.

BİYOLOJİK SAVAŞ AJANLARINA KARŞI TANI, TEDAVİ VE KORUNMA YÖNTEMLERİNDEKİ SON GELİŞMELER

Mesut Ortatatlđ

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıbbi KBRN AD. Başkanlığı – Ankara mortatatlđ@gmail.com

Özet: İnsan, hayvan, yararlı bitkilerde ölüm veya hasar meydana getirmek için kullanılan mikroorganizmalar veya toksinlere biyolojik savaş ajanı adı verilir. Genellikle aerosol şeklinde kullanılan bu ajanları etkisiz hale getirecek kesin bir önlem pratik olarak yoktur. Müdahale ve hazırlık aşamaları afet planları içinde değerlendirilmelidir. Biyolojik saldırıda kullanılan ajan biliniyorsa verilecek yanıt daha etkin olacaktır. İkincil enfeksiyonları önlemek veya azaltmak için biyolojik saldırının (a) erken tanımlanması, (b) uygun dekontaminasyonu, (c) enfeksiyon kontrolü ve (d) tıbbi karşı önlemler uygulanmalıdır. Etkili bir biyoterörizm planı, yeterli miktarda ilaç ve aşı tedarikinin sağlanmasına yönelik lojistiğin yanı sıra ihtiyaç duyulan malzemeleri koordine edecek ve etkilenen bölgeye dağıtacak planlamaları da ele almalıdır. Biyolojik tehditlerin belirlenmesi için olası ajanların gelecekteki teşhis ve tanımlama sistemleri, yeni immüno-diagnostik ve hızlı gen analiz yöntemleri de dahil olmak üzere entegre bir dizi teknolojiyi içerecektir. Analiz yöntemlerinin özgüllüğü ve duyarlılığının yüksek olması bir atak sonrası müdahaleyi ve tıbbi tedaviyi daha doğru şekillendirebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik savaş ajanı, tedavi, korunma, biyoterörizm

BİYOLOJİK AFET

Olağan dışı durumlar ani olarak meydana gelir ve hızla eyleme geçmeyi gerektirir. Normal koşullara göre kaynaklar yetersiz kalır. Etkilenen kişi sayısının fazla olması, olabildiğince fazla sayıda yaşam kurtarmak amacıyla var olan kaynakların etkin bir biçimde kullanılmasına ihtiyaç duyulur. Ortaya çıkan maddi ve doğal hasar olaydan etkilenenlere ulaşmayı zorlaştırır ve/veya tehlikeli hale getirir. Çevre kirliliği ve olası epidemiy nedeniyle etkilenen insanların sağlığı olumsuz yönde etkilenmeye devam eder. Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer (KBRN) savaş ajanlarından biri olan biyolojik ajanlar kullanıldığında da kitlesel bir etkilenme söz konusu olacağından insan kaynaklı, yapay bir afet olarak kabul edilir. Verilecek cevap, doğal afetlerde olduğu gibi bölgesel ve ulusal sağlık merkezlerinin koordineli bir şekilde çalışması ile başarıya ulaşabilir (1,2).

Biyolojik savaş ajanlarının etkileri kimyasal ajanlardan farklı olarak kullanıldıkları anda değil, inkübasyon süresine bağlı olarak gecikmeli bir şekilde ortaya çıkacaktır. Maruziyete uğrayan kişiler hastaneye kitlesel olarak olayın ardından hemen değil sonradan başvuracaklardır. Biyolojik bir silah kullanımında gelişen tablo eksplosif tarzda ortaya çıkan bir salgını andıracağından, verilecek cevap sağlık personelinin epidemilerde karşılaştığı durumlara benzeri olacaktır. Önemli olan biyolojik silahların özelliklerini ve doğal gelişen bir salgından ayrımını bilmektir (3,4).

BİYOLOJİK SAVUNMA

Biyolojik savaş ajanlarına karşı yapılacak planlamalarda tıbbi KBRN Savunmasının temel unsurları göz önünde bulundurulmalıdır;

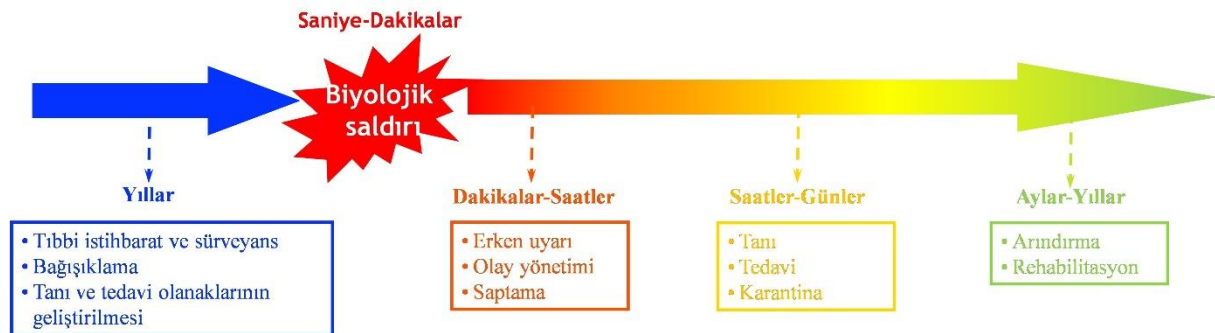
- Risk yönetimi ve hazırlık
- Olay yeri yönetimi (müdahale)
- Tespit ve tanı
- İlk yardım ve tedavi
- Korunma
- Eğitim

Risk yönetimi ve hazırlık aşamasında tehdit analizi ve biyolojik ajanların özellikleri iyi bilinmelidir (Tablo 1). Bununla birlikte uygulanacak müdahale açısından kullanılma ihtimali olan biyolojik ajanlara ait özellikleri de bilmek önemlidir (Tablo 2).

Tablo 1. Biyolojik savaş ajanlarına maruz kalma tehdit durumu ve genel özellikleri.

Tehdit	Genel Özellikleri
Kaza (üretim, depolama, transport)	Geç başlangıçlıdır
Sabotaj	Müdahale için tıbbi personel gerekir
Doğal afetler	Aşı ve antibiyotik gereklidir
KBRN terörizmi	İzolasyon tedbiri gerektirir
KBRN ajanlarının savaşta kullanımı	Sekonder olgular vardır

Biyolojik savunmada olay öncesi hazırlık ve sonrasında uygulanacak prosedürler Şekil 1’de verilmiştir.



Tablo 2. Bazı biyolojik savaş ajanlarının bulaş özellikleri ve korunma (5).

Etken	İnsandan insana geçiş	İnfectif Doz (Aerosol)	İnkübasyon Süresi	Yaklaşık vaka ölüm oranları	Organizmanın Kalıcılığı	Korunma	
						Kemoproflaksi	Aşının Etkisi
<i>Bacillus anthracis</i>	Hayır	8,000-50,000 spor	1-60 gün	Yüksek	Çok stabil- Sporlar toprakta 40 yıldan fazla yaşarlar	Siproflokasasin tb 2 x 500 mg ya da Doksisisiklin tb 2 x 100 mg	Maymunlarda 1.000 LD ₅₀ 'a kadar 2 doz etkili
<i>Yersinia pestis</i>	Yüksek	100-500 organizma	2-3 gün	12-24 saat içinde tedavi edilmezse yüksek	1 yıla kadar toprakta;270 gün canlı dokuda	Siproflokasasin tb 2 x 500 mg ya da Doksisisiklin tb 2 x 100 mg	Maymunlarda 118 LD ₅₀ 'a kadar 3 doz koruyucu değil
<i>Francisella tularensis</i>	Hayır	10-50 organizma	2-10 gün (ort. 3-5)	Tedavisiz orta derecede	Nemli toprakta ve besiyerlerinde aylarca	Siproflokasasin tb 2 x 500 mg ya da Doksisisiklin tb 2 x 100 mg	1-10 LD ₅₀ 'a kadar %80 korunma
<i>Brucella spp.</i>	Hayır	10 –100 organizma	5-60 gün	Tedavisiz %5'ten düşük	Çok stabil	Doksisisiklin + Rifampisin 3 hafta	Aşı yok
<i>Coxiella burnetii</i>	Seyrek	1-10 organizma	10-40 gün	Çok düşük	Toprakta aylarca	Siproflokasasin tb 2 x 500 mg ya da Doksisisiklin tb 2 x 100 mg	Kobaylarda 3.500 LD ₅₀ 'a kadar %94 korunma
<i>Burkholderia mallei</i>	Düşük	Düşük farzediliyor	10-14 gün	> %50	Çok stabil	TMP-SMX	Aşı yok
Variola major	Yüksek	10-100 organizma	7-17 gün	Yüksek-Orta derece	Çok stabil	İmmünoglobulin 0.6 ml/kg, İM	Aşı koruyucudur
Viral Hemorajik Ateş	Orta	1-10 organizma	4-21 gün	Zaire yüksek, Sudan'da orta	Nisbi olarak stabil değil ajana bağlı	Ribavirin denenebilir	Aşı yok
Venezuela Beygir Ensefaliti	Düşük	10-100 organizma	2-6 gün	Düşük	Nisbi olarak stabil değil	Yok	Hamsterde 30-500 LD ₅₀ 'a kadar koruyucu
<i>Clostridium botulinum</i> toksini	Hayır	Tip A için 0.001 µg/kg LD ₅₀ 'dır	1-5 gün	Solunum desteksiz yüksek	Durgun sular ve yiyeceklerde haftalarca	Yok	Primatlarda 25-250 LD ₅₀ 'a kadar 3 dozun etkisi %100
Risin toksini	Hayır	3-5 µg/kg sıçanda LD ₅₀	18-24 saat	Yüksek	Stabil	Yok	Aşı yok
Stafilokok Enterotoksin B	Hayır	0.03 µg/kişi	3-12 saat	< %1	Donmaya dirençli	Yok	Aşı yok
T-2 Mikotoksinler	Hayır	Orta	2-4 saat	Orta	Oda sıcaklığında yıllarca	Yok	Aşı yok

Biyoterör ya da savaş ortamında gerçekleştirilecek kasıtlı saldırılar veya doğal salgınlar durumunda mikroorganizma ve toksinler ile kitlesel etkilenmeler görülebilir. Müdahalenin temelinde önleyici tedbirler, erken tanı ve tedavi yer almaktadır. Erken tanı için komplike laboratuvar yöntemlerinin yanı sıra olay yerinde uzman personel gerektirmeyen, kolay kullanımlı, hızlı sonuç veren biyosensörlerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Tanı için alınacak örnekler ve uygulanacak yöntemler Tablo 3'te sunulmuştur.

BİYOLOJİK SAVUNMADA GELİŞMELER

Uzaktan tespit ve teşhis sistemleri gerçek zamanlı tarama yapan ya da nokta dedektör şeklinde geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Olay bölgesinden alınan örnekler ile hızlı ve kolay bir yöntem olan kart test sistemleri ise ajan bazında ürün haline getirilmiş olmakla birlikte duyarlılık ve özgüllüklerinin geliştirilmeye

ihtiyacı vardır. Hedef analitini biyolojik ve fizikokimyasal bileşenleri aracılığıyla bir sinyal üreterek ölçüm yapabilen biyosensör teknolojisi ise hem uzman personel gerektirmemesi hem hızlı sonuç vermesi hem de özgüllük ve duyarlılığının yüksek olması nedenleri ile ideale en yakın çözüm gibi görülmektedir.

Biyolojik savaş ajanlarına karşı korunmada en ideal yöntem aşı olmakla beraber, kemoproflaksi de kullanılabilir (Tablo 2). Kırım Kongo Kanamalı Ateşi hastalığına karşı geliştirilme aşamasında olan aşı çalışması umut vericidir (6).

Tablo 3. Tanı için alınacak örnekler ve uygulanacak yöntemler.

Etken	Tanıda Kullanılacak Örnek							Tanıda Kullanılacak Yöntem					
	Sürüntü ¹	Kan Kültürü	Yayma	Serum	Dışkı	İdrar	Diğer	Altın Standart	Antijen Arama	Antikor Arama	PCR	Deney Hayvanı	
<i>B. anthracis</i>	+	+	Plevral sıvı, BOS, dalak, mediastinal lenf nodu	+	+/-	GIS	-	Cilt lezyonu aspiratı	FA/Std. Mikrobiyoloji	X	X	X	X
<i>Y. pestis</i>	+	+	Balgam	+	-	-	-	Bubon (LAP) aspiratı, BOS, balgam, lezyon	FA/Std. Mikrobiyoloji	X	X	X	X
<i>F. tularensis</i>	+	+	² +	+	-	-	-	LAP aspiratı	FA/Std. Mikrobiyoloji	X	X	X	X
<i>Brucella sp.</i>	+	+	-	+	-	-	-	Kemik iliği, BOS kültürü	FA/Std. Mikrobiyoloji	X	X	X	X
<i>C. burnetii</i>	+	³ +	Lezyon	+	-	-	-	Akciğer, dalak, LAP, kemik iliği biyopsileri	FA/Yumurta, hücre kültürü/ Seroloji	X	X	X	X
<i>B. mallei</i>	+	+	Balgam ve abse aspiratı	+	-	+/-	-	Abse kültürü	Std. Mikrobiyoloji		X	X	
Variola major	+	⁴ +	Vezikül Sıvısı ⁵	⁶ +	-	-	-	Vezikül Sıvısı	Virüs izolasyonu/FA/ Nötralizasyon	X	X	X	X
VHA	+	⁴ +	-	+	-	-	-	Karaciğer	Virüs izolasyonu/ Nötralizasyon	X	X	X	X
VBE	+	⁴ +	-	+	-	-	-	BOS	Virüs izolasyonu/ FA/ Nötralizasyon	X	X	X	X
Botulinum toksini	+	-	-	-	-	-	-	Serum ya da diğer sıvıların fareye verilmesi	Fare nötralizasyon/ Std. Mikrobiyoloji	X		X ⁷	X
Ricin Toksini	+	-	-	+	+	+	-	Dalak, Akciğer, Böbrek	ELISA	X	X	X	X
Stafilokokal Enterotoksin B	+	-	-	+	+	+	-	Akciğer, Karaciğer	ELISA	X	X	X ⁷	X
T-2 Mikotoksin	+	-	-	-	+	+	-	Serum, dışkı ve idrar	Kütle Spektrometri	X			

¹ 18-24 saat içinde

² İnfekte lenf nodu sürüntülerinde floresan antikor testi. Gram boyamanın değeri düşüktür.

³ *Coxiella Burnetii* kanda günlerce kalabilir ve desikasyona dirençlidir. EDTA'lı antikoagulan kan tercih edilir. Güvenlik seviyesi 3 olan laboratuvarlarda çalışılır.

⁴ Uygun ortamda kandan ve boğaz sürüntüsünden virüs izolasyonu.

⁵ Hematoksilen-eozin boyama anlamlıdır.

⁶ Virüs antijenlerinin, spesifik antikorların araştırılması ve moleküler yöntemlerle virüsün saptanması mümkündür.

⁷ Toksin geni tayini – Kontaminantta hücre ve gen kalıntıları varsa belirlenir, saf toksinde gen tayini yapılamaz.

YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ

Doç.Dr. Mesut ORTATATLI

24 Şubat 1970 tarihinde Konya’da doğdu. Bursa Işıklar Askeri Lisesi’nden 1988 yılında mezuniyetinin ardından Gülhane Askeri Tıp Akademisi Askeri Tıp Fakültesinden 1994 yılında Tabip Teğmen rütbesiyle mezun oldu. 1995-1997 yıllarında kıta hizmetini Antalya’da yaptı. 1997-2002 yılları arasında GATA Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji AD. Bşk.lığında Uzmanlık eğitimi aldı. Ardından Nisan 2002 – Ekim 2002 tarihleri arasında Girne Asker Hastanesinde İntaniye Uzmanı olarak çalıştı. GATA’da 2002 Ekim ayında başladığı Tıbbi KBRN (Kimyasal Biyolojik Radyolojik Nükleer Savunma) doktora eğitimini 2006 yılında tamamladı ve 2007 yılında Erzurum Mareşal Çakmak Asker Hastanesine İntaniye Uzmanı olarak atandı. Temmuz-Aralık 2009 tarihleri arasında Ağrı Asker Hastanesi Baştabipliğini yaptı. Aralık 2009-2015 tarihleri arasında GATA T. KBRN BD. Bşk.lığında yardımcı doçent, 2016-2019 tarihleri arasında ise Gülhane Eğitim Araştırma Hastanesi KBRN Sorumlusu olarak görev yaptı. 25 Mart 2020 tarihinde KBRN Doçenti ünvanını alan Dr. Mesut ORTATATLI, halen SBÜ Tıbbi KBRN AD. Bşk.lığında görev yapmaktadır.

Evli ve iki erkek çocuk babası olup, İngilizce ve Almanca bilmektedir

KAYNAKLAR

- [1] Kenar L, Ortatlati M. Kimyasal ve biyolojik savaş ortamında tıbbi yaklaşım. İçinde: Murat H, Mustafa U, editörler. Gün Sıfır Travmatoloji. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2013. s. 461-510.
- [2] Shoaf KI, Rottman SJ. The role of public health in disaster preparedness, mitigation, response, and recovery. Prehospital Disaster Med. Aralık 2000;15(4):144-6.
- [3] Ortatlati M, Kenar L. Role of Military Hospitals in Handling CBRN Disasters. İçinde: Arora R, Arora P, editörler. Disaster management: medical preparedness, response, and homeland security. Wallingford, Oxfordshire: CABI; 2013. s. 275-310.
- [4] Snyder JW. Role of the hospital-based microbiology laboratory in preparation for and response to a bioterrorism event. J Clin Microbiol. Ocak 2003;41(1):1-4.
- [5] Dizer U. Biyolojik savaş etkenlerinin kliniği, tedavi ve korunma yolları. İçinde: Kimyasal ve Biyolojik Terörizm. Ankara: GATA Basımevi; 2002. s. 60-77.
- [6] Buttigieg KR, Dowall SD, Findlay-Wilson S, vd. A novel vaccine against Crimean-Congo Haemorrhagic Fever protects 100% of animals against lethal challenge in a mouse model. PloS One. 2014;9(3):e91516.

SOLUNUM YOLU VİRÜSLERİNİN YÜKSEK KATLI BİNALARDA YAYILIMINI SINIRLANDIRACAK MEKANİK HAVALANDIRMA STRATEJİLERİ

Alpay Akgüç

İstanbul Aydın Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Sefaköy, Küçükçekmece, 34295, İstanbul, Türkiye

e-posta: alpayakguc@aydin.edu.tr

İstanbul Bilgi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, 34060, Eyüpsultan, İstanbul, Türkiye

e-posta: alpay.akguc@bilgi.edu.tr

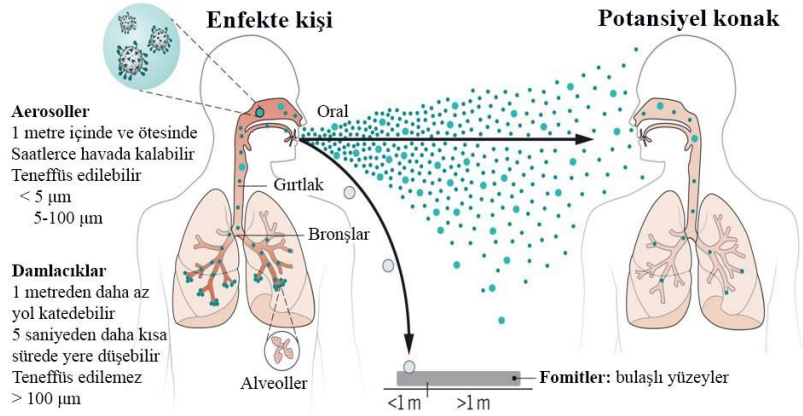
Özet:

Değişken rüzgâr yükleri ve iç mekânlarda basınç dengesinin korunması gerekçesiyle yüksek katlı binalarda açılabilir cam yüzeylerin alanı sınırlıdır. Bu durum, yüksek katlı binaların tamamen doğal havalandırma yoluyla havalandırılmasını güçleştirdiği için bu binalardaki mekânların serinletilmesi ve ihtiyaç duyduğu taze hava çoğunlukla mekanik sistemler yardımıyla sağlanmaktadır. Yüksek katlı binalarda mekanik havalandırma genel olarak klima santralleri gibi merkezi sistemlerle sağlanır; ancak bu sistemlerin yüksek oranda enerji tükettiği bilinmektedir. Enerji yönünden daha tasarruflu olan karışım havalı klima santralleri dış havayla iç mekân dönüş havasını karıştırarak elde ettikleri karışım havasını iç mekânları koşullandırmak için kullanırlar. Ancak solunum yoluyla bulaşabilecek SARS-CoV, MERS-CoV, COVID-19 vb. tehlikeli virüsler göz önüne alındığında, yüksek katlı bir binadaki mekânların merkezi olmayan ısı geri kazanım sistemleri gibi mekanik sistemlerle havalandırılması, klima santrali gibi merkezi havalandırma sistemleriyle havalandırılmasına kıyasla daha sağlıklı bir seçenek olacaktır. Bu çalışmada, yüksek katlı binalar için olası bir pandemi durumunda binadaki kullanıcıların sağlık ve konforlarının sürekliliğine olumlu yönde etki edecek mekanik havalandırma önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: , Isı Geri Kazanım Sistemi, Mekanik Havalandırma, Pandemi, SARS, Yüksek Katlı Binalar

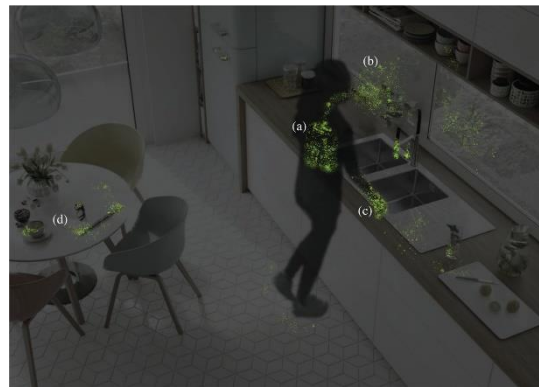
1. GİRİŞ

Havadaki virüsler, enfekte bir kişi öksürdüğünde veya hapşırıldığında havada dağılır ve asılı kalır. Bu virüsler kolayca yayılır ve şüphelenmeyen duyarlı kişiler tarafından solunması konağın bağışıklığına, aşılama dozuna ve maruz kalma süresine büyük ölçüde bağlı olan yeni enfeksiyonlara neden olabilir. Bu virüslere hayvanlar da duyarlı olduğundan bu enfeksiyonların kontrolü büyük bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Virüs yüklü aerosoller (<100 I1/4m) ilk olarak enfekte bir kişi tarafından ekspiratuar aktiviteler yoluyla üretilir, bunlar aracılığıyla nefesle dışarı verilir ve çevreye taşınır. Bulaşıcı kalmaları koşuluyla, yeni bir enfeksiyonu başlatmak için potansiyel bir konakçı tarafından solunabilirler. Damlacıkların (>100 I1/4m) aksine, aerosoller saatlerce havada kalabilir ve onları soluyan enfekte kişiden 1-2 metre uzağa giderek hem kısa hem de uzun mesafelerde yeni enfeksiyonlara neden olabilir [1].



Şekil 1. Solunum yolu virüslerinin hava yoluyla bulaşmasında yer alan aşamalar [1].

Mutasyon kabiliyetine sahip yeni ortaya çıkan veya yeniden ortaya çıkan bir ajan olarak hava yoluyla taşınan virüslerin sayısında ve türlerinde astronomik bir artış olmuştur. Tıbbi açıdan önemli yaygın hava yoluyla bulaşan viral hastalıkların bazıları şöyle sıralanabilir: Kızamık, Rinovirüs, Hantavirüs, Grip, Kabakulak, Varisella-zoster Virüsü, Korona Virüsler. SARS-CoV-1, MERS-CoV ve COVID-19 gibi virüslerin bulaşması iç mekânlarda dış mekânlara göre daha yüksektir [2]. SARS-CoV-2 birikiminin kavramsallaştırılması Şekil 2’de gösterilmiştir. Bu virüsler iç mekân havalandırmasıyla önemli ölçüde azalır. Bu virüslerin iç mekândaki bulaşmasını azaltmanın en iyi yolu pencerelerle havalandırmak ve odanın saatte en az 2 hava değişimi yapmasını sağlamaktır. Bulaşma riski iç mekânlarda büyük olsa da, havalandırmanın açılması, pencerelerin açılması, hava temizleyicilerin kullanılması daha uzun güvenlik mesafeleri ve yeterli maskeler kullanılmasıyla bu risk önemli ölçüde azaltılabilir [3].



Şekil 2. SARS-CoV-2 birikiminin kavramsallaştırılması. (a) Bir kişi SARS-CoV-2 ile enfekte olduğunda viral partiküller akciğerlerde ve üst solunum yollarında birikir. (b) Damlacıklar ve aerosol haline gelen viral partiküller, öksürme, hapşırma, konuşma gibi günlük aktiviteler ve kusma gibi rutin olmayan olaylar yoluyla vücuttan atılır ve yakın çevreye ve kişilere yayılabilir. (c ve d) Ağız ve burundan atılan viral parçacıklar genellikle ellerde bulunur (c) ve bilgisayarlar, gözlükler, musluklar ve tezgâhlar gibi sık dokunulan eşyalara (d) yayılabilir [4].

2. YÖNTEM

Bu çalışmanın yöntemi, yüksek katlı binaların havalandırılması hususunda bilimsel kaynaklardan elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve bina sektörüne hizmet veren kurum ve organizasyonların havalandırma sistemleri konusunda geliştirdikleri standartların ve kıstasların yorumlanmasına dayanmaktadır. Bu araştırmada, derlenen bilimsel veriler ve kurumlarca geliştirilen havalandırma kıstasları bir arada değerlendirilerek solunum yolu virüslerinin yüksek katlı binalarda yayılımını sınırlandıracak ve bu binalardaki kullanıcıların sağlık ve konfor gereksinimlerine olumlu yönde katkı sunacak mekanik sistem önerilerinde bulunulmuştur.

3. BİNALARIN HAVALANDIRILMASI

Binaların havalandırılması, iç mekân hava kalitesini korumak ve sağlıklı bir ortam sağlamak için oldukça önemlidir. Havalandırma sistemleri, dışarıdan temiz hava alınmasını ve kirliliğin dışarı atılmasını sağlar. Bu sistemler, binaların içindeki havayı temizler, nem seviyelerini dengeleyerek küf ve mantar oluşumunu engeller. Ayrıca, havalandırma sistemleri enerji verimliliği sağlayarak bina içindeki sıcaklık ve hava akımını düzenler. İyi bir havalandırma sistemi, bina sakinlerinin sağlığını korurken enerji tasarrufu da sağlayabilir. Binaların havalandırılması üç yolla mümkündür: doğal havalandırma, mekanik havalandırma, hibrit (doğal + mekanik) havalandırma.

Doğal havalandırma, iç mekân ile dış mekân arasında meydana gelen hava değişimidir. Rüzgârların kabuk dış yüzeyine basınç yapması sonucunda, kabuk çevresinde (+) ve (-) basınç bölgeleri meydana gelmektedir. Bu basınç bölgelerinden rüzgâr üstü olarak adlandırılan (+) basınç bölgesinde yer alan açıklıklar havalandırma giriş açıklığı, rüzgâr altı olarak adlandırılan (-) basınç bölgesi ise havalandırma çıkış açıklığı olarak tanımlanmaktadır [5]. Bir iç mekânda doğal havalandırmanın verimli yapılabilmesi açıklıkların boyutları, konumları ve birbirlerine olan mesafeleri ile yakından ilgilidir. Örneğin, sıcak-kuru iklim bölgelerinde bulunan binaların havalandırılması için kullanılacak ve etkisi kanıtlanmış, taka, maşrabiye ve rüzgâr bacası gibi birçok pasif havalandırma stratejisi bulunmaktadır. Avlulara yönlendirilmiş pencereler ve üzerine konumlandırılmış takalar yoluyla odaya taze hava alarak odanın doğal havalandırması bu stratejilerin uygulamalarına örnektir [6]. Mekanik havalandırma, bir yapıdaki hava kalitesini ve sirkülasyonunu sağlamak için mekanik sistemler aracılığıyla gerçekleştirilen havalandırma çeşididir. Bu sistemler genellikle bir bina içindeki hava akışını düzenler ve havayı düzenli olarak temizler. Mekanik havalandırma sistemleri genellikle klimalar, fanlar, filtreler ve hava kanalları gibi bileşenleri içerir. Bu sistemler, iç mekânlardaki havanın taze hava ile değiştirilmesini sağlayarak konforu artırır ve hava kalitesini iyileştirir. Hibrit havalandırma ise doğal havalandırma ve mekanik havalandırmanın bir bileşimidir. Dış hava için sıcaklık, nemlilik, rüzgâr hızı ve basınç gibi parametreler göz önünde bulundurularak uygun dış ortam

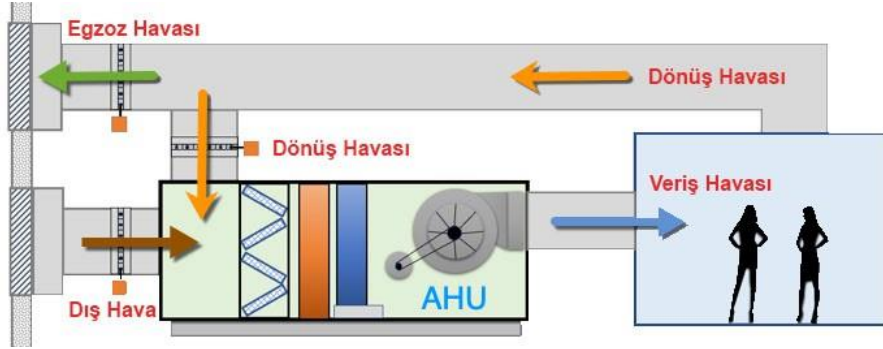
şartlarının sağlandığı zaman aralıklarında mekânlarda pencere ve diğer açıklıklar yoluyla doğal havalandırma kullanılırken uygun olmayan şartlarda bu açıklıklar kapatılarak mekânın havalandırılması mekanik sistemler aracılığıyla gerçekleştirilir. Hibrit havalandırma sistemleri genel olarak, enerji verimliliğini artırmak, iç hava kalitesini iyileştirmek ve çevresel etkiyi azaltmak için kullanılır.

İç mekânlardaki olumsuz sağlık etkilerini en aza indirmek ve istenilen hava kalitesini sağlamak amacıyla havalandırma standartları kullanılır. Havalandırma standartları, genellikle bina tasarımı, havalandırma sistemleri, hava temizleme cihazları ve hava akışıyla ilgili teknik detayları kapsar. Bu standartlar, insan sağlığını korumak, enerji verimliliğini artırmak ve çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmek amacıyla oluşturulurlar. Ülkeden ülkeye ve sektörden sektöre farklılık gösterebilen havalandırma standartları, genellikle bina kodları ve yönetmelikleri tarafından belirlenir. Türkiye’deki bina sektöründe yaygın olarak kullanılan iki tür havalandırma standardı vardır. Bunlardan ilki bir Avrupa normu olan EN15251 standardıdır. Bu standart, binaların enerji performansının tasarımı ve değerlendirilmesi için bina içi ortam parametreleri-bina içi hava kalitesi, ısı ortam, aydınlatma ve akustik standartlarını içerir. İkinci ise bir Amerikan standardı olan ASHRAE 62.1 standardıdır. Bu standart, binalardaki iç hava kalitesi için minimum gereksinimleri belirler ve havalandırma sistemlerinin tasarımı, inşası ve bakımı için gereklilikleri içerir.

4. YÜKSEK KATLI BİNALARDA HAVALANDIRMA

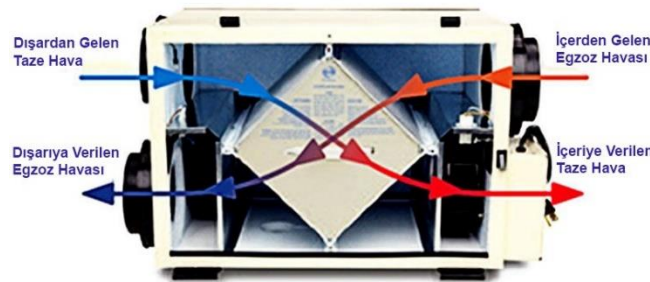
Hızlı ekonomik büyümeyle birlikte, yoğun nüfuslu şehirlerde arazi sıkıntısı nedeniyle yüksek binaların sayısı önemli ölçüde artmıştır. Diğer bina türleriyle karşılaştırıldığında, yüksek binalar daha yüksek soğutma yüküne sahiptir ve enerji yoğunluğu daha fazladır; bu da büyük soğutma enerjisi tüketimine ve yüksek elektrik talebine yol açar [7]. Bu binalarda mekanik havalandırma genellikle klima santralleri (AHU) aracılığıyla sağlanır. Klima santralleri bina içindeki kanallara bağlanır ve havanın binaya girip çıkmasını sağlar. Çevreden havalandırılmayacak kadar derin olan binalar için mekanik havalandırma idealdir. Ancak klima santralleri merkezi sistemler olup bireysel sistemlere göre oldukça yüksek seviyede elektrik ve doğal gaz enerjisi tüketen sistemlerdir. Bu sistemler yüksek katlı binalar için uygun gibi görünseler de karışım havalı klima santralleri olası bir pandemide enfekte olmuş kullanıcıların bulunduğu mekândaki dönüş havasını dış havayla karıştırarak binada henüz enfekte olmamış insanların bulunduğu mekânlara verip hava yoluyla taşınan virüslerin çok daha hızlı yayılmasına neden olabilirler (Şekil 3). Bu durumda %100 taze havalı klima santrallerinin kullanılması sağlık açısından çok daha doğru bir tercih olacaktır; ancak bu sistemler veriş havasının tamamını dış atmosferden temin ettikleri için dış havayı iç mekânlardaki sıcaklık ve nemlilik koşullarına getirebilmek için çok daha yüksek miktarda enerji harcamaları gerekmektedir. Dünyada toplam enerji tüketiminin önemli bir kısmı bina sektöründe

kullanıldığı düşünüldüğünde enerjinin bu sektörde etkin kullanımı büyük miktarda enerji tasarrufu sağlayacaktır [8].



Şekil 3. Karışım havalı bir klima santralinin hava çevrim diyagramı [9].

Solunum yoluyla bulaşabilecek SARS-CoV, MERS-CoV, COVID-19 vb. tehlikeli virüsler göz önüne alındığında, yüksek katlı bir binadaki mekânların merkezi olmayan ısı geri kazanım (HRV) sistemleri gibi mekanik sistemlerle havalandırılması, klima santrali gibi merkezi havalandırma sistemleriyle havalandırılmasına kıyasla daha sağlıklı bir seçenek olacaktır. Bu sistemde egzoz havasının ısıl enerjisi taze havanın şartlandırılmasında kullanılmakta ve şartlandırılan hava bina içindeki mekânlara iletilmektedir. Böylece ihtiyaç duyulan taze hava, ısıtma veya soğutma bataryası kullanılmadan şartlandırılır (Şekil 4). Bu sistemin bir diğer özelliği ise egzoz havasını mekândan uzaklaştırırken içinde bulunan ısı değiştiricisi yardımıyla aynı miktarda dışarıdan aldığı taze havayı egzoz havası ile hiç karıştırmadan mekâna veren bir nevi hava temizleyici olarak görev yapmasıdır.



Şekil 4. Isı geri kazanım cihazının hava çevrim diyagramı [10].

Bu çalışma için yapılan literatür araştırması neticesinde, bilimsel bazı çalışmaların pandemi boyunca binalarda HRV sistemlerinin kullanılmasını desteklediği görülmüştür. ABD Çevre Koruma Ajansı, evlerde havalandırmayı artırmak için bir HVR veya bir enerji geri kazanım vantilatörü (ERV) kullanılabilirliğini önermektedir. Binaya taze hava sağlamak için klima santralleri kullanmaktan başka çare yoksa ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri için gerekli görülen standartlara uyulmalıdır [11]. Hen ve diğerlerine göre, bir HVAC sistemi, dönüş ve besleme tarafı arasında %100 hava ayrılmasını garanti eden bir çift serpantin ünitesi veya başka bir ısı geri kazanım

cihazı ile donatıldığında, ısı geri kazanım cihazları yoluyla virüs partikülü bulaşmasının bir sorun ihtiva etmediğini bildirmiştir [12]. REHVA'nın hazırladığı COVID-19 kılavuz belgesine göre, merkezi klima santralleri devridaim sistemleri ile donatıldığında, egzoz hava kanallarındaki viraller binaya tekrar geri alınabilir. Genel tavsiye, pandemi sırasında devridaim damperlerini kapatarak merkezi devridaimi önlemektir. Sınırlı soğutma veya ısıtma kapasitesi nedeniyle merkezi devridaimin önlenemediği sistemlerde, dış hava oranı mümkün olduğu kadar artırılmalı ve dönüş havasının filtrelenmesi için ek önlemler alınması önerilir. Ayrıca, partikülleri ve virüsleri dönüş havasından tamamen uzaklaştırmak için HEPA filtrelere ihtiyaç olacaktır [13]. Bu sistemlerin havayı temizleme özelliklerinin yanı sıra kullandıkları binada yüksek oranda enerji verimliliği sağlıyor olduğu da bilinmektedir. Merkezi olmayan ısı geri kazanım sistemlerinin talep kontrollü havalandırma stratejisiyle birlikte kullanılmasının, yüksek katlı konut binalarında enerji tüketimini yıllık %39 oranında azalttığı tespit edilmiştir [14].

5. SONUÇLAR

Doğal havalandırmanın her zaman mümkün olmadığı yüksek katlı binalar için mekanik havalandırma sistemi seçimi yapılırken bu sistemin solunum yolu virüslerini sınırlandırarak yönde %100 taze havalı ve dışarıdan aldığı taze havayı koşullandırırken daha az miktarda enerji harcayan sistemlerin seçilmesi daha uygun olacaktır. Bu binalarda merkezi olmayan ısı geri kazanım cihazları kullanılarak binadaki mekânların bireysel olarak taze hava ihtiyaçları karşılanabilir. Karışım havalı klima santrallerinin aksine, bu cihazlar iç mekânlardan topladıkları dönüş havasını taze havayla karıştırmak için değil dönüş havasının ısı enerjisinden faydalanarak taze havayı koşullandırmak için kullanırlar. Bu sayede taze havayı koşullandırmak için daha düşük ısı enerjisi harcararak binanın enerji performansında ciddi bir artış da sağlamış olurlar.

REFERANSLAR

- [1] Omilabu, S. A., & Salu, O. B. (2023). Medically important airborne viruses. In *Aeromicrobiology* (pp. 205-241). Academic Press.
- [2] Wang, C. C., Prather, K. A., Sznitman, J., Jimenez, J. L., Lakdawala, S. S., Tufekci, Z., & Marr, L. C. (2021). Airborne transmission of respiratory viruses. *Science*, 373(6558), eabd9149.
- [3] Greenhalgh, T., Jimenez, J. L., Prather, K. A., Tufekci, Z., Fisman, D., & Schooley, R. (2021). Ten scientific reasons in support of airborne transmission of SARS-CoV-2. *The Lancet*, 397(10285), 1603-1605.
- [4] Dietz, L., Horve, P. F., Coil, D. A., Fretz, M., Eisen, J. A., & Van Den Wymelenberg, K. (2020). 2019 novel coronavirus (COVID-19) pandemic: built environment considerations to reduce transmission. *Msystems*, 5(2), 10-1128.
- [5] Berköz, E.; Yılmaz, A. Z.; Kocaaslan, G. ve ekibi. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, TÜBİTAK Araştırma Raporu, Proje No: İNTAG 201.
- [6] Khataybeh, M. A. H. (2023). Geleneksel Yapılarda Rüzgâr Bacasının (Rüzgâr Kulesi) Kullanımı ile Enerji Verimlilik Seviyesinin İyileştirilmesi: Şanlıurfa Örneği, (Yüksek Lisans Tezi), (<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>).
- [7] Sha, H., & Qi, D. (2020). A review of high-rise ventilation for energy efficiency and safety. *Sustainable Cities and Society*, 54, 101971.
- [8] Egrican, N., & Akguc, A. (2011, January). Thermal performance estimation of the office building with the building integrated photovoltaic system. In *Energy Sustainability* (Vol. 54686, pp. 91-101).
- [9] MEP Academy; (<https://mepacademy.com/air-handling-units/>), Ekim 2023.
- [10] Acclaimed! Heating, Cooling & Furnace Cleaning; (<https://www.acclaimedfurnace.com/blog/what-is-a-heat-recovery-ventilator-hrv/>), Ekim 2023.
- [11] EPA. Environmental Protection Agency; (<https://www.epa.gov/coronavirus/indoor-air-homes-and-coronavirus-covid-19/>), Ekim 2023.

- [12] Han, H., & Kim, M. K. (2005). An experimental study on air leakage and heat transfer characteristics of a rotary-type heat recovery ventilator. *International Journal of Air-Conditioning and Refrigeration*, 13(2), 83-88.
- [13] REHVA, Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations; (https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_V3_03082020.pdf/), Ekim 2023.
- [14] Akgüç, A. (2019). A New Approach to Increase Energy Efficiency of Luxury High-Rise Residential Blocks in Complex Buildings by Utilizing Advanced HVAC Systems, (Doktora Tezi), (<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>).

YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ

Alpay Akgüç, lisans eğitimini Bülent Ecevit Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde tamamlayarak 2007'de mezun oldu. Aynı yıl İTÜ Makine Fakültesi'nin Isı-Akışkan Yüksek Lisans Programı'nda eğitim almaya hak kazandı. Eğitimi süresince tez çalışmalarının yanı sıra "Sayısal Akışkanlar Dinamiği Problemlerinin Optimizasyon Analizlerinde POD ve Kriging Yöntemlerinin Kullanılması" başlıklı TÜBİTAK 1001 (Proje No: 107M231) projesinde bursiyer olarak görev aldı. Projenin ve yüksek lisans tezinin başarıyla tamamlanmasının ardından 2010 yılında mezun oldu ve aynı yıl Yeditepe Üniversitesi bünyesinde bulunan Uluslararası Uygulamalı Termodinamik Merkezi'nde (ICAT) bina performansı modelleme uzmanı olarak göreve başladı. Görevi süresince TRNSYS bina simülasyon aracının eğitimlerini vermeye ve akademik alanda yayınlar yapmaya devam etti. 2011'de İTÜ Mimarlık Fakültesi'nin Yapı Bilimleri Doktora Programı'nda eğitime başladı ve aynı yıl İTÜ ARI Teknokent'de bir ARGE firması olan Ekolojik Mimarlık Hizmetleri'nde (EKOMİM) proje müdürü olarak göreve başladı. EnergyPlus ve DesignBuilder gibi detaylı-dinamik hesaplama yöntemini kullanan bina simülasyon araçları yardımıyla LEED ve BREEAM gibi yeşil bina sertifikasyon sistemleri kapsamında binaların enerji performansının değerlendirilmesi konusundaki görevini uzun yıllar sürdürdü. Bu görevi sırasında doktora tez danışmanı olan Prof. Dr. Zerrin Yılmaz'ın önderliğinde "Binalarda Maliyet Optimum Enerji Verimliliği Seviyesi için Türkiye Koşullarına Uygun Yöntemin ve Referans Binaların Belirlenmesi" başlıklı TÜBİTAK 1001 (Proje No: 113M596) projesini 2015'te başarıyla tamamladı. Buna ek olarak Avrupa Birliği'nin desteklediği SMARTSPACES projesi kapsamında İstanbul'da bulunan Fatih Belediyesi Spor A.Ş.'nin bina iklimlendirme sistemlerinin enerji verimliliğinin iyileştirilmesi konulu projede EKOMİM firması ile alt yüklenici olarak 3 yıl boyunca görev aldı. Görevini başarıyla tamamlamasının ardından 2016'da ARUP Mühendislik ve Müşavirlik firmasında yeşil bina uzmanı olarak göreve başladı. Görevi süresince IES bina performans simülasyonu aracı yardımıyla LEED ve ESTIDAMA gibi yeşil bina sertifikasyon sistemleri ile binaların enerji verimliliklerinin değerlendirilmesinin yanı sıra iklimlendirme sistemlerinin tasarımı konularında görev aldı. 2019'da tamamladığı doktora eğitiminin ardından 2019 ve 2023 yılları arasında Girne Amerikan Üniversitesi ve İstanbul Aydın Üniversitesi'nin mimarlık bölümlerinde doktor öğretim üyesi olarak görev aldı. 2024'den bu yana İstanbul Bilgi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde bu görevini tam zamanlı olarak sürdürmekte ve uzmanlığı olan bina enerji performansı, yenilenebilir enerji teknolojileri ve yeşil bina sertifikasyon sistemleri alanlarında araştırmalar yaparak bilimsel yayınlar yapmaya ve yüksek lisans öğrencisi yetiştirmeye devam etmektedir.

COVID-19 TANI YÖNTEMLERİNDE KANTİTATİF RT-PCR ALT METODLARININ EFTEKTİVESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Yakup Artık

ArtıkLab Biyoteknoloji Genel Müdürü, İstanbul, Türkiye. E- posta; info@artikallab.com.tr ve orcid,

<https://orcid.org/0000-0002-2636-4879>

Özet: *Biyolojik afetler, salgın hastalıkların ve pandemilerin meydana getirdiği durumların bütünsel yaklaşımı olarak değerlendirilebilir. Afet terminolojisi üzerinden biyolojik afetleri tanımlarsak, biyolojik afetler ani gelişen, toplumsal yaşamı kesintiye uğratan veya durduran, can ve mal kaybına neden olan ve çoğunlukla yerel kapasite ile üstesinden gelinemeyen doğal veya insan kaynaklı olayların bütünsel durumu olarak tanımlayabiliriz. Bu olaylar, beşeri ya da teknolojik afetler alt kategorisinde yer almaktadır. Tarihe de ise birçok biyolojik afetle insanoğlu mücadele etmiştir. Bunlardan genel olarak herkesin bildiği veba, kızamık, sarı humma, ebola, SARS gibi epidemi ve pandemilerdir. Diğer afetlerde olduğu gibi pandemilerde de risk yönetimi ve proaktif yaklaşımlar oldukça önemlidir. Bu nedenle COVID-19 tanı yöntemlerinde kantitatif RT-PCR alt metodlarının etkinliğinin karşılaştırılması günümüzde biyolojik afet risk yönetimi için güncel bir örnek teşkil etmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların gelecekte birçok KBRN etkenlerinin salgın veya pandemi durumlarında ve hastanelerin acil servislerinin triyaj aşamalarında sıklıkla kullanılacağını öngörüyoruz. RT-LAMP tekniği, maliyetinin ucuz olması ve cihaza gereksinim duymaması ile geleneksel kantitatif yöntemlerine bir alternatif olmuştur. Klinik numunelerde q-RT-PCR'ye göre daha yüksek hassasiyet sağlayabilir.*

Anahtar Kelimeler: COVID-19, RT-PCR, LAMP PCR, Biyolojik Ajan, Pandemi

TAM METİN:

Biyolojik afet risk yönetimi; afet öncesi, afet sırası ve afet sonrasında riskleri azaltmak, can ve mal kaybını önlemek için yapılan iş ve işlemler olarak tanımlanabilir. Afet risk yönetiminin risk azaltma, müdahale ve kurtarma aşamaları vardır. Pandemilerde önlem aşaması, vaka görüldükten sonra risk azaltma ve müdahale aşamalarını mevcuttur. Ayrıca vakalar azaldığında yani pik seviyesi düştüğünde veya kaybolmaya başladığında ikincil problemler için de kurtarma aşamalarını afet risk yönetimi planları kapsamında uygulanması gerekmektedir. Bu nedenle salgın hastalıklarla mücadele etmek için hükümetler afetlere dayanıklı toplum ve dirençli ve dayanıklı sistemler oluşturmalıdır. Dayanıklılık ise, bir toplumun ve bir sistemin sosyolojik, psikolojik ve fiziksel kapasitesi ile afet ve acil durumları atlatabilme, en az hasarla hayatta kalabilme ve dengeyi yeniden kazanabilme yeteneği

olarak tanımlanabilir [1]. Tüm salgın hastalıklarda uygulanan genel kurallar, vakaların yayılmasını yavaşlatmak ve hastane bakımına ihtiyaç duyan kişi sayısını sınırlamak, ülkenin sağlık sistemi üzerindeki yükü önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu sınırlamalar araştırmacılara pandemiye karşı bir teşhis ya da aşı geliştirmeleri için daha fazla zaman kazandırmaktadır. Vaka sayısında olası bir artışa hazırlanmak için sağlık sistemi kapasitesinin artırılması gerekmektedir. İyi bir risk yönetimi uygulamak, başarılı iletişim ve koordinasyon stratejilerinin gerçekleştirilmesine bağlıdır. Tedarik zinciri yönetimi de güçlendirilmelidir. Tüm bu çalışmalar, sağlık bakanlığı ile afet kurumlarının çatısı altında risk yönetiminin belirlenerek belediye ve valilik yönetimi ile sağlık personelleri ve kolluk kuvvetlerinin çalışmaları ile gerçekleştirilmelidir. Risk yönetim faaliyetleri, dışişleri bakanlığı, iç işleri bakanlığı, turizm bakanlığı, eğitim bakanlığı ve maliyeden sorumlu ekonomi bakanlığının tüm kurum ve kuruluşlarını kapsayan özel sektör ile sivil toplum kuruluşları arasında gerçekleşen birçok kurum ve kuruluşlarını kapsayan multidisipliner arası bir yaklaşımdır [2]. COVID-19: Korona virüs ailesi yüzyıllardır insanoğlu üzerinde etkilidir. Şiddetli akut solunum sendromu koronavirüsü ilk olarak (SARS-CoV) Çin'in Guangdong kentinde 16 Kasım 2002 tarihinde görülmüştür. Orta Doğu solunum sendromu koronavirüsü (MERS-CoV/SARS-CoV-1) Suudi Arabistan'da 2012 yılında görülmüştür. SARS-CoV-2 ise Aralık 2019'un sonlarında, Çin'in Hubei Eyaleti, Wuhan şehrinde ortaya çıkmıştır. Genel olarak kişiden kişiye damlacıklar, kontamine materyaller ve bireyin virüse doğrudan teması başlıca bulaş nedenleridir. Hastalığın ilk semptomları ateş, tat ve/veya koku kaybı, öksürük, ishal ve sırt ağrısı olarak belirtilirken ciddi vakalarda vücutta oluşan sitokin fırtınası nedeniyle çoklu organ ve solunum yetmezliği de gözlemlenebilmektedir. Bunun yanı sıra bir de hastalık semptomlarını göstermeyen bireyler vardır ki 'asemptomatik birey' olarak adlandırılırlar. Bu bireyler ancak viral yüklerine bağlı olarak polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile tanımlanabilmektedirler. Bu tanımlama da ve hastalık teşhisinde virüsün vücut içi kuluçka süresi oldukça önemlidir ve güncel veriler ile 6,4 gün olarak inkübasyon süresi belirlenmiştir. Koronavirüs aile üyeleri alfa, beta, gama ve delta koronavirüs olarak dört cinse ayrılan pozitif anlamda zarflı tek sarmallı RNA virüsleridir. SARS-CoV-2 beta alt tipi Koronavirüsüdür ve yapısında spike protein (S), nükleokapsid protein (N), küçük bir zar proteini glikoprotein (M) yapıdan oluşmuştur. Bu yapı 14 açık okuma çerçevesine (ORF - (Open Reading Frame)) dediğimiz gen bölgesine sahip 30 kilo baz piyerlik'lik bir genomdan oluşur. Membran glikoproteinini, spike proteini spesifik konak reseptörü olan Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim-2'nin (ACE2) bağlanması için fonksiyonel kısımdır. Spike protein reseptöre bağlandığında iki ana alt birime bölünür. Konakçı furin benzeri proteazlar tarafından bölünen bir amino terminal alt birimi (S1) ve bir karboksil terminal alt birimidir (S2). SARS-CoV-2'nin genetik dizisi, SARS-CoV ile %79,5 ve CoV yarasalarından kaynaklanan kısa bir RNA bağımlı RNA polimeraz (RdRp) bölgesi olan RaTG13 ile %96,2 oranında benzerlik göstermektedir [3]. Türkiye'de

ilk SARS-CoV-2 vakası 11 Mart 2020'de bildirilmiştir ve T.C. Sağlık Bakanlığı, SARS-CoV-2 virüsünün tanı ve teşhisi için kamu hastanelerinde ve özel tanı merkezlerinde COVID-19 laboratuvarları kurmuştur [4].

Mutasyonlar: Mutasyon temel prensibine bakıldığında da virüs bir konakta hayatta kalmak için mutasyona uğramaktadır. Virüs mutasyonlarının birikmesi, polimeraz aslına uygunluğu, hücresel ortam, konakçı bağışıklık tepkileri, gen düzenlemesi veya doğal seçim nedeniyledir. SARS-CoV-2 transkripsiyon ve replikasyon sürecinde diğer RNA virüslerinden daha yüksek doğruluğa sahip olmasına rağmen, virüs için 13.400 tekli mutasyon tanımlanmıştır. Bu bilgilere göre İngiltere'de halihazırda toplam vakaların 1/4'üne bulaşmış yeni bir tip koronavirüs tanımlanmış ve İngiltere'de enfekte olanların 2/3'üne ulaşmıştır. İngiliz varyantı yayılma hızı, 0,4'lük bir R endeksi büyümesiyle normal SARS-CoV-2'ye kıyasla vakaların %70'inden daha yüksektir. Bu yeni tip, sivri uçta 17'si virüs proteinlerine bağlı 23 ayrı mutasyonu içeren N501Y spike protein seviyesinde mutasyona uğramaktadır. SARS-CoV-2 mutasyona uğramış olsa da mutasyonlar biyolojik davranışı için belirleyici değildir ve ayrıca virüsün yapısında önemli değişikliklere neden olmaz. Virüsün yapısının etkilenmesi pek olası olmasa da virüsün etkinliği azalır. Böylece aşı stratejilerinin virüsün varyant formlarına karşı da etkili olacağını düşünmektedirler.

Küresel olarak baskın olan D614G mutasyonu, Şubat 2020'de ilk olarak Avrupa'da ortaya çıkmıştır. Bu varyant ayrıca yüksek viral yük göstermiş ve laboratuvarlarda RT-PCR tekniği ile daha az saptanabilmiştir. D614G mutasyonları İngiliz varyantı ile karşılaştırıldığında ise D614G'nin solunum yolları ve akciğerler üzerinde daha şiddetli etkileri olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca S proteininin bulunduğu yerde başka bir varyant E484K mutasyonu olarak tanımlanmıştır. Farklı varyantların bir kombinasyonu olan bu mutasyon ve Güney Afrika (B.1.351) ve Brezilya (B.1.1.28) varyantlarında bulunmuştur. COVID-19 enfektesi olan bir kişinin öksürük veya nefes yoluyla aerosollerin burun veya ağız kanalları boyunca kişiden kişiye bulaşması ile yayılmaktadır. Bu nedenle sosyal mesafenin, yaklaşık 1 metrelik mesafe korunması önem arz etmektedir. Raporlar, daha önce kronik rahatsızlıkları olan veya yüksek tansiyon, kalp hastalığı, akciğer hastalığı, kanser veya diyabet gibi hastalıkları olan kişilerin diğerlerinden daha ciddi semptomlar gösterdiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, bazı Asya popülasyonlarının COVID-19 enfeksiyonuna diğer ırk popülasyonlarından daha duyarlı olduğu bildirilmiştir. Son zamanlarda, çok sayıda SARS-CoV-2 varyantı tanımlanmıştır. Bu nedenle, şiddetli akut solunum yolu sendromu SARS-CoV-2'nin hızlı ve güvenilir tespiti, virüsün yayılma hızını kontrol etmek için son derece önemlidir. Virüsün bulaşmasını önlemek için virüse karşı yeterli farkındalığın ve hazırlığın oluşturulması da etkili unsurlardandır [5]. Birçok hastanın asemptomatik enfeksiyon göstermesi enfeksiyonun yayılmasına katkıda bulunmaktadır. Hastalığın teşhisinde q-RT-PCR, serolojik testler, Ters transkripsiyon döngüsü aracılı izotermal amplifikasyon (RT-LAMP) ve nokta teşhisi (POC) olmak üzere dört ana tercih edilen strateji vardır. Dünya genelinde altın standart metod olarak q-RT-

PCR kabul görmektedir ve kantitatif bir yöntemdir. Yöntem ile üç ana gen bölgesi hedef alınmaktadır bunlar; N geni (N proteini), Orf1b geni (insan RNA polimeraz proteini) ve E geni (E proteini). q-RT-PCR tekniğinde, doğrulayıcı testin özgüllüğü, prob ve hedef dizisine bağlıdır. Klinik örnekler, hastaların nazofaringeal veya orofaringeal örneklerinden elde edilir. İmmünolojik testler, alternatif olarak Enzim Bağlantılı İmmüno-sorbent testi (ELISA) kullanılan ve PCR'ye kıyasla daha ucuz ama aynı zamanda daha az duyarlı olan test türleridir. Ana tema da immüno-globulin G (IgG) varlığında SARS-CoV-2'nin tespiti amaç edilmektedir. Serolojik testler ise kan bazlı testlerdir ve enfeksiyonun varlığının belirlenmesinde kullanılır. Bu testlerde kullanılan antikorlar hastalığa özgüdür ve genellikle IgM ve IgG kullanılır. Prensip olarak vücuda giren her türlü yabancı madde antijen olarak adlandırılır ve immün sistemin aktive olmasına neden olur. Aktivasyon sonucu vücut içinde antijene özgü spesifik antikor üretimi başlar. Bu nedenle aslında antikorlar vücut içinde hastalık için etiket görevi üstlenirler ve genellikle virüs enfeksiyonunun ikinci haftasından sonra üretilirler. IgM antikorları 10-20 gün sonra tespit edilirken IgG 20 günlük SARS-CoV-2 enfeksiyonundan sonra belirlenebilmektedir. POC testleri ise günden güne popülerlik kazanmaktadır. SARS-CoV-2 içinde hızlı tanı testi olmasına rağmen ancak testler yalnızca WHO tarafından önerilen araştırma ortamlarında kullanılabilir [6]. Oldukça hızlı sonuç veren testler yalnızca aktif olmuş virüsler üzerinde etkili olduğundan doğruluğu düşük olarak kabul edilmektedir. Günümüzde bilim dünyası, SARS-CoV-2 için yönünü RT-LAMP tekniği ile (Loop-mediated isothermal amplification) döngü aracılı izotermal amplifikasyona doğru değiştirmiştir. Son zamanlarda RT-LAMP tekniği, SARS-CoV-2 tespitinde kullanılan hızlı ve hassas bir yöntemdir. Kolorimetrik tahlil prensibine dayanan RT-LAMP tekniği yalnızca bir ısı kaynağı gerektirir. RT-LAMP tekniği temelinde, hedef DNA'nın parçalarının birleştirilmesiyle seçilen dört primer ve belirli bir gen bölgesini büyütme için kullanılan iki ek döngü primeri dahil olmak üzere altı primer kullanılır. Bu bakış açısına göre RT-LAMP, SARS-CoV-2 gibi virüs enfeksiyonlarının teşhisinde önemli bir yer tutmuştur [7].

SONUÇ:

Hastalar semptomatik ve asemptomatik olarak ikiye ayrılır. Semptomları olan hastalar çeşitli tanı yöntemleri ile tespit edilebilse de semptom göstermeyen veya asemptomatik olarak adlandırılan hastalar hastalığın yayılmasının temel nedenidir. Bu nedenle gelişmiş ülkeler yönünü daha hızlı testlere çevirmiştir. Bu sayede sürekli bir tarama gerçekleştirecekleri düşünülmektedir. Taramalar için genellikle RT-PCR yöntemi kullanılmaktadır ancak bu tanı yöntemi viral yük protokolüne dayandığı için yeteri kuluçka süresi gerçekleşmeyen hastalarda yanlış negatif sonuçlar verilebilmektedir. Bu nedenle göğüs bilgisayarlı tomografi taraması ile RT-PCR sonuçları kombine olarak taraması önerilmektedir. Hatalı sonuçlarla RT-PCR sorunu giderek daha fazla ortaya çıkmaktadır. RT-PCR'nin diğer bir dezavantajı da uzman personel, teşhisatlı cihaz ve pahalı kimyasallara ihtiyaç duymasındır.

Bunun yanı sıra antikor temelli kan bazlı serolojik testlerin doğruluğu da SARS-CoV-2 enfeksiyonunu saptamak için yeterli değildir.

Bu çalışmada faringeal sürüntü örneklerinden SARS-CoV-2'nin ORF8 ve N genlerinin hedefi ile RT-LAMP tabanlı bir yöntem geliştirilmiş ve 45 dakikanın altında gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir RNA ekstraksiyon adımına da ihtiyaç duyulmamıştır. RT-LAMP tekniğinin klinik bir ortama ve uzmana gereksinim duymadan kullanılabilir kadar hassas olduğunu göstermektedir. Ayrıca RT-LAMP tekniğinin sahada hızlı testler için kullanılabilirliğini ve RT-LAMP'ın ilk günkü pozitiflik tespit oranının %63 olduğunu kanıtlanmıştır. Özellikle RT-LAMP için kullanılan cihazın taşınabilir olması ve tüm reaksiyon adımlarının (denatürasyon, bağlanma ve uzama adımları) sabit sıcaklıkta (54°C) gerçekleştirilmesi RT-LAMP sisteminin kullanımını desteklemektedir. Çok güncel bir teknik olan RT-LAMP metodunun SARS-CoV-2 tanı ve teşhisinde kullanımı çok yeni olduğu için kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu strateji hızla uygulanabilir ve mevcut zamanlarda toplu tanı testleri için kullanıma sunulmadan önce klinik örneklerle yaşayabilirliği doğrulanabilir. RT-LAMP tekniği saha taramalarında ve potansiyel giriş limanlarında hızlı tanının sağlanması için tercih edilebilir. Sonuçta hem nicel hem de nitel olarak okuyabilen bir analiz sistemidir.

Referans:

- [1] N. VAROL and E. BULUŞ KIRIKKAYA, "Afetler Karşısında Toplum Dirençliliği," Resilience, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, Dec. 2017, doi: 10.32569/RESILIENCE.344784.
- [2] Y. Artik, "Hospital Disaster and Emergency Plan in Biological Disasters (HDEP): Coronavirus (SARS-CoV-2) COVID-19 Pandemic System Model Example," Journal of Contemporary Studies in Epidemiology and Public Health, vol. 2022;3(1);, 2022, doi: 10.29333/jconsep/11975.
- [3] S. Z. M. Komurcu et al., "The evaluation of potential global impact of the N501Y mutation in SARS-COV-2 positive patients," J Med Virol, vol. 94, no. 3, pp. 1009–1019, 2022, doi: 10.1002/jmv.27413.
- [4] Y. ARTİK, N. CESUR, L. KENAR, and M. ORTATATLI, "Biological Disasters: In The First Quarter Of 2021 Covid-19 Overview," Afet ve Risk Dergisi, Nov. 2021, doi: 10.35341/AFET.977488.
- [5] Y. Artik, "SARS-CoV-2 Mutations, Diagnosis and Their Concern," Archives of Molecular Biology and Genetics, vol. 2022;1(2);, 2022.
- [6] Y. Artik, "General Evaluation of Covid-19 Diagnosis Methods," Cohesive Journal of Microbiology & Infectious Disease, vol. 000621, 2022, doi: 10.31031/CJMI.2022.05.000621.
- [7] Y. Artik et al., "Comparison of COVID-19 laboratory diagnosis by commercial kits: Effectivity of RT-PCR to the RT-LAMP," J Med Virol, Jan. 2022, doi: 10.1002/JMV.27559.

Yakup Artik, Lisans eğitimini "genetik mühendisliği ve biyomühendislik" bölümünde, lisansüstü eğitimlerini ise "moleküler biyoloji ve genetik, KBRN tehditleri ve afet risk yönetimi, iş sağlığı ve güvenliği, kalp damar cerrahide perfüzyon" gibi farklı dallarda tamamlamıştır. Pandemi döneminde sağlık bakanlığı tarafından TÜSEB'de görevlendirilmiş, sonrasında ise özel laboratuvarların moleküler departmanında çalışmıştır. ArtikalLab Biyoteknoloji şirketi ve ArtikalLab Biyoteknoloji Gönüllü Platformunu kurmuştur. Ayrıca Türkiye Biyolojik Bilimler Ağı (TBBA) & Biyolojik Araştırmalar ve İnovasyon Derneğinde (BAİD) kurucu üyelik, KBRN Savunma Politikaları Geliştirme Derneğinde ise aktif bir üyeliği vardır. Ulusal ve uluslararası 15 makele, 1 kitap bölümü ve 4 bildirisi vardır. Alıntılama:113, h-endeksi: 7 ve i10-endeksi: 4'tür.

Panel-III: RADYONÜKLEER TEHDİT ve SAVUNMA

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Beril TUĞRUL,

İstanbul Teknik Üniversitesi,

İstanbul, Türkiye

Oturum Başkanı: Doç. Dr. Mesut ORTATATLI,

Sağlık Bilimleri Üniversitesi (SBÜ) Tıbbi KBRN AD Başkanlığı Öğr. Üyesi,

İstanbul, Türkiye

GLOBAL ve BÖLGESEL AÇIDAN NÜKLEER TEHDİDİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. A. Beril TUĞRUL

İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak- İstanbul/TÜRKİYE, beril@itu.edu.tr, beril@beriltugrul.info

Özet

KBRN tehdit ve tehlikeleri tanımından hareketle, insanlar ve canlılar için risk oluşturacak malzeme, tesis ve silahların; nükleer ve radyolojik kullanımı çerçevesinde incelenmesine ilişkin olarak “Savaş Dışı Şartlarda” ve “Savaş Şartlarında” kullanımları ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir. Olabilecek abnormal olayların ne kadar süre ile etkin olduğu ve çevreyle beraber canlılar üzerine etkili olup olmadığı, iyonizan radyasyon etkisinin olup olmadığı, olduyorsa sürenin önemi üzerinde durulmuştur. Ayrıca, oluşan abnormal şartların, canlılar ve insanlar, bir başka deyişle meskûn mahalle arasında radyasyon etkilerini engelleyecek yapı ve malzemelerin bulunup bulunmadığının ve varsa bu malzemelerin karakterinin ne olduğunun önemi vurgulanmıştır. Tüm bu hususlar birlikte göz önüne alınarak, INES (Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Olay Ölçeği) bağlamında değerlendirmeye gidilmesi benimsenerek konuya ilişkin bir değerlendirme şeması bu çalışma kapsamında geliştirilmiştir. Savaş dışı ve savaş şartlarında meydana gelen abnormal haller; tesis içi, bölgesel ve global bağlamda değerlendirilmiştir. Dolayısıyla en riskli senaryodaki durumlar somatik ve genetik etkiler bağlamında betimlenmiştir. Öz olarak, KBRN değerlendirmesi bağlamında, yapılan tüm değerlendirmeler çerçevesinde olabilecek her tür olumsuz şartlar, bölgesel ve global boyutta olabilecek etkileriyle rasyonel şekilde değerlendirilerek KBRN kurallarının ve gereklerinin yerine getirilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Nükleer Güvenlik, Radyolojik Güvenlik, Nükleer Tehdit, Nükleer Tehlikeler, KBRN*

GİRİŞ

Konuya rasyonel olarak yaklaşabilmek için “KBRN” ve “KBRN Tehditleri” tabirlerini, ilgili yönergeler bağlamında betimleyerek başlamak yerinde olacaktır. “KBRN” kısaltmasıyla, bilindiği üzere genel olarak kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer konularla ilişkili olduğu anlatılmış olmaktadır.

“KBRN Tehdit ve Tehlikeleri” ile ise “Petrol kirlenmeleri ve salgın hastalıklar hariç olmak üzere; kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer maddeler, KBRN harp maddeleri ve tehlikeli endüstriyel maddeler ile bu nitelikteki tehlikeli atıkların araştırılması, üretimi, işlenmesi, depolanması, nakledilmesi, kullanılması ve atık olarak işlem görmesi sırasında gerekli önlemler alınmadığında, çevre ve insan sağlığını tehdit eden tehlike durumlarını, kitle imha silahlarının etkileri ile bu silah ve maddelerle yapılan kaçakçılık, terör ve sabotaj eylemleri” tanımlanmış olmaktadır [1].

Bu çalışmanın konusu nükleer tehditlerle ilgili olduğundan, burada esas itibarıyla KBRN kapsamında “Nükleer Tehditler” ve “Nükleer Tehlikeler” üzerinde durulacaktır. Bir başka deyişle, kimyasal, biyolojik tehdit ve tehlikeler bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmış olmaktadır.

KBRN tehdit ve tehlikeleri tanımından hareketle, insanlar ve canlılar için risk oluşturacak malzeme, tesis ve silahların; nükleer ve radyolojik kullanım çerçevesinde incelemesini yapmak yerinde olacaktır. Bu amaçla öncelikle, “Savaş Dışı Şartlarda” ve “Savaş Şartlarında” kullanımlara ilişkin olarak konuya yaklaşılması ve bu

bağlamda, burada nükleer malzeme, tesis ve silahların ele alınarak incelenmesi ve takiben de bu kullanımların sebep olacağı olayların yerel, bölgesel ve global anlamdaki etkilerinin değerlendirilmesi benimsenmiştir.

SAVAŞ DIŞI DURUMLARDA OLABİLECEK KBRN AÇISINDAN RİSKLİ ŞARTLAR

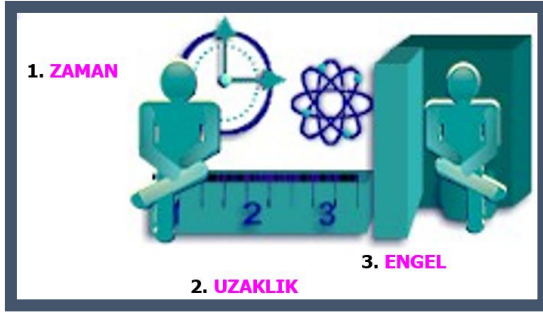
Savaş dışı durumlarda olabilecek nükleer ve radyolojik tehditler; radyasyon yayan malzeme ve elemanların kullanımları sırasında ortaya çıkan kontrol dışı ve olağan üstü durumların oluşmasını ifade etmektedir. Böylesi durumların oluşması farklı şartlarda meydana gelebilmektedir. Bunlar; “Nükleer Reaktör ve/veya Nükleer Tesislerde meydana gelen abnormal olaylar”, “Farklı amaçlarla kullanılan radyoaktif ve nükleer madde uygulamaları sırasında oluşan istenmeyen durumlar”, “Nükleer maddelerin, nükleer silahların ve radyoaktif madde içeren silahların taşınması sırasında meydana gelen riskli haller” olabilir. Burada yaşanan abnormal olayın; “yeri”, “süresi” ve “korunma şartlarının durumu” da önem arz etmektedir [2]. Zira bu üç faktör, oluşabilecek riskin mertebesini betimlemektedir (Şekil 1).

KBRN kapsamında nükleer abnormal şartların öncelikle, yukarıda belirtilen hangi tesis ve/veya mahalde meydana geldiği ve olay yerinin kapalı veya açık mahal olup olmadığı irdelenerek olayın değerlendirilmesi gerekmektedir. Söz konusu abnormal olayın ne kadar süre ile etkin olduğu ve çevreyle beraber canlılar üzerine etkili olup olmadığı, iyonizan radyasyon etkisinin olup olmadığı, olduysa süresi öne çıkmaktadır. Ayrıca, oluşan abnormal şartların, canlılar ve insanlar bir başka deyişle meskûn mahalle arasında radyasyonun etkisini engelleyecek yapı ve malzemelerin bulunup bulunmadığı ve varsa bu malzemelerin özelliklerinin bilinmesi gereken hususları oluşturmaktadır. Mesafe ile ilgili olarak “Ters Kare Kanunu” geçerlidir. Bir başka deyişle, “Radyasyon Şiddeti”, uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalmaktadır.

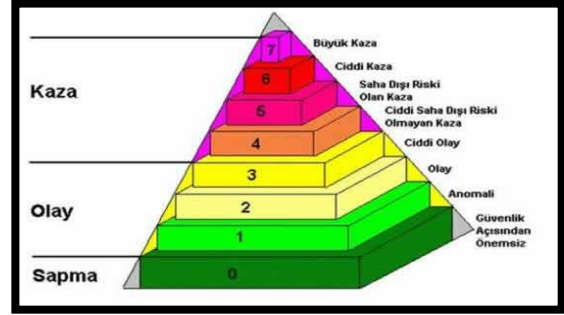
Savaş dışı şartlarda; farklı amaçlarla kullanılan radyoaktif ve nükleer madde uygulamaları sırasında veya nükleer maddelerin taşınması esnasında, prosedürün esas itibarıyla ulusal ve uluslararası mevzuata uygun şartlarla yapılması zorunluluğu bulunmaktadır. Alınan tedbirlere rağmen abnormal durumlar meydana gelmiş ise bu abnormal durumun etkilediği bölge genellikle limitli olmaktadır. Bir başka deyişle daha çok lokal riskler oluşmaktadır. Nükleer Reaktör ve/veya Nükleer Tesislerde meydana gelen abnormal olaylar genellikle daha önemli olup yaratabileceği riskler de dikkate değer olabilmektedir. Böylesi tesislerde meydana gelebilecek olaylar farklı boyutlarda olabilmektedir. Dünya toplumlarının da, daha çok bu tesislerde meydana gelen olaylarla hassasiyetle ilgilendiği gözlenmektedir.

Nükleer abnormal olayların rasyonel değerlendirilmesine ilişkin olarak Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Olay Ölçeği (INES) Sistemi geliştirilmiştir [4]. INES’in amacı; nükleer tesisler, radyasyon kaynakları ve

taşıma esnasında meydana gelen olayların güvenlik açısından taşıdıkları önem konusunda nükleer camia, medya ve halk ile bunlar arasındaki iletişimi ve bilgi erişimini kolaylaştırmaktır. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı ve OECD Nükleer Enerji Ajansının iş birliği ile yürütülen çalışmalarla geliştirilen INES ölçek sistemi, ilgili olayları 7 kademede tanımlamaktadır (Şekil 2). KBRN kavramları açısından özellikle 4 ve 4'ten büyük olan olaylar önem arz etmektedir.



Şekil 1 Radyasyonun Etkisine Etkin Olacak Üç Ana Parametre



Şekil 2 INES Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Olay Ölçeği

INES ölçeğinde betimlenen ve “olay” olarak nitelenen ilk kademelere ilişkin abnormal şartlar daha çok tesis içi ve/veya nispeten düşük boyutları ilgilendiren olaylar olup, kontrolü nispeten kolay halleri ihtiva etmektedir. Genellikle böylesi durumlar, KBRN veya nükleer güvenlik uzmanlarıyla kontrol altına alınabilen olaylardır. Genel çevre için çoğunlukla risk oluşturmamaktadırlar. Buna karşın, son dört kademede kategorize edilen olaylar üzerinde durulması gereken olaylardır. Özellikle bu tip olaylarda, tesisler için saha dışı risk oluşmakta ve dolayısıyla dış çevrenin etkilenmesi söz konusu olabilmektedir. Bu bağlamda savaş dışı durumlarda olabilecek KBRN açısından riskli şartların, esas itibariyle INES ölçeğinde genellikle ilk olay kademeleri içinde kaldığı buna karşın nükleer kaza şartlarında 4, 5, 6 ve 7 kategorisinde yer alan olaylar olabildiği görülmektedir.

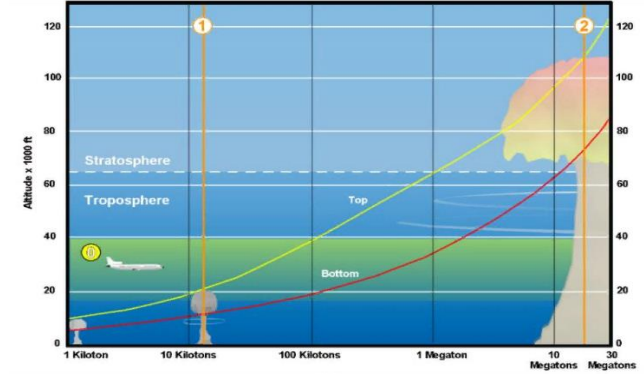
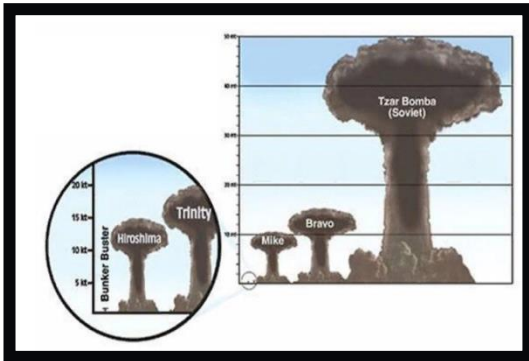
SAVAŞ DURUMUNDA OLABİLECEK KBRN AÇISINDAN RİSKLİ ŞARTLAR

Savaş halinde olabilecek KBRN açısından riskli şartlar nükleer silah ve/veya radyoaktif madde içeren silahların kullanılması halinde ortaya çıkabilmektedir. Burada konuya, öncelikle nükleer silah ve radyoaktif madde içeren silahları tanımlayarak girmek yerinde olacaktır.

Nükleer Silah; büyük miktarda nükleer potansiyel enerjiyi (nükleer reaksiyonlarla ve nükleer fisyonun birlikte kullanılmasıyla ya da füzyonla) hızla kinetik enerjiye dönüştüren yüksek yok etme gücüne sahip silah olarak tanımlanmaktadır [5]. Bu bağlamda İki temel nükleer silah türü bulunmaktadır. Bunlardan biri, uranyum veya plütonyumun kullanıldığı kararsız çekirdeklerin nötron bombardımanı altında parçalanmasıyla üretilmiş olan “Fisyon Bombası” olmaktadır. Diğerisi ise, ateşlenen bir fisyon bombası ile hidrojen çekirdeklerinin birleşmesi, bir başka deyişle füzyonu sağlanmakta ve böylece çok yüksek enerji açığa çıkarılmaktadır. Bu tip bombalar “Füzyon

Bombası”, “Termonükleer Bomba” veya “Hidrojen Bombası” ifadeleriyle betimlenebilmektedir. Halk arasında her iki tip bomba için de çoğu kez “Atom Bombası” nitelemesi kullanılmaktadır. Toplumun yakından bildiği Japonya’ya atılmış olan nükleer bombalar, fisyon bombalarıdır. Hiroşima’ya atılan uranyum içerikli 15 kton’luk fisyon bombası iken, Nagazaki’ye atılan 20 kton’luk plütonyum içeren bir nükleer bombadır.

Günümüzde nükleer güce sahip ülkelerin elinde, hayli yüksek kapasiteli ve imha gücü de son derece yüksek nükleer silahlar bulunmaktadır. Dünyada nükleer silaha sahip ülke sayısı 8+1’dir. Söz konusu bu ülkeler; ABD, Rusya, İngiltere, Fransa, Çin, Pakistan, Hindistan, Kuzey Kore ve resmen açıklanmamış olmakla beraber İsrail’dir. En fazla nükleer silaha sahip ülke (açıklanan sayı olarak 6375 nükleer silahla) Rusya’dır, onu ABD (açıklanan sayı olarak 5800 nükleer silahla) takip etmektedir. En büyük kapasiteli nükleer silaha sahip ülke de yine Rusya’dır. En az sayıda nükleer silaha sahip ülke ise (30-40 kadar nükleer silahla) Kuzey Kore olmakla beraber dünya siyasi konjüktüründe (nükleer silah kullanımı konusunda) riskli ülke olarak nitelenmektedir [6]. Nükleer silah üretiminde, II. Dünya savaşından bu yana kapasite gelişiminde önemli aşamalar kaydedilmiştir. Fikir vermesi bakımından mukayeseli bir görünüm Şekil 3’te verilmektedir.



Şekil 3 Nükleer Silahlarda Kapasite Gelişimi [7]. Şekil 4 Nükleer Silahların Atmosferdeki Etki Yükseklikleri [9]

Kitle imha silahları sınıfına giren atom bombalarından ayrı olarak, çoğu kitle imha silahı olarak nitelenmeyen radyoaktif madde içeren silahlar da geliştirilmiş bulunmaktadır. Bunların en önemlisi Türkçe’de “Seyreltilmiş Uranyum” veya “Zayıflatılmış Uranyum” olarak ifade edilen “Depleted Uranium” içeren mermi ve ilgili elemanlardır [8]. Zayıflatılmış uranyum, barışçıl veya savaşçıl amaçlı yakıt üretimi sırasında ortaya çıkan bir yan üründür. Yoğunluğu ve mukavemeti yüksek olduğundan silah sanayinde, özellikle mermi ve zırh yapımında kullanılmaktadır. Kurşun alaşımına göre zırh delme kabiliyetleri hayli yüksektir. Binde 5 oranında titanyum ilavesiyle üretilen mühimmatın kullanımıyla günümüzde üretilen pek çok zırhın ve sığınak yapılarının delinmesi mümkün olabilmektedir. Burada özellikle, seyreltilmiş uranyumlu mühimmat kapsamında yer alan seyreltilmiş uranyumlu mermi ve bombalar öne çıkmaktadır. Bu mühimmatın kullanımıyla ortaya çıkan kinetik enerji zırhı delirken aynı zamanda hayli önemli miktarda ısı enerjisi de oluşturmaktadır, böylelikle hedef

üzerinde yakıcı ve yıkıcı etki oluşturmakta ve hedefte var ise ilgili mühimmatı da patlatmaktadır. İlaveten uranyum buharı oluşması da meydana gelmekte ve bu durum KBRN konularına giren nükleer tehditi ve ilaveten kimyasal tehditi de oluşturmaktadır. Bu durumda, sadece seyreltilmiş uranyumlu mühimmatın kullanıldığı hedef üzerinde değil, çevrede de olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır. Hedefin 50 m civarında bu etkiler yoğun olarak görülmektedir. Ancak seyreltilmiş uranyumlu mühimmatın kullanım şekli ve kullanım sırasındaki çevre ve hava şartlarına da bağlı olarak 4 km gibi bir çevrenin etkilenmesi mümkün olabilmektedir.

Daha önceki uygulamalar sonucunda radyolojik ve kimyasal kirliliğin ortaya çıktığı gözlenmiştir. Bu bağlamda somatik etki olarak; onkolojik ve dolaşım sistemi bozuklukları ile karaciğerde, böbrekte ve akciğerde birtakım rahatsızlıklara ve hastalıklara sebebiyet verdiği ifade edilmiştir. Fazla olarak genetik sonuçlar da görülmektedir. Bu bakımdan KBRN kapsamında ele alınması gerekmektedir.

Son dönemlerde, uluslararası kamuoyu gündemine gelen bir konu da “Taktik Nükleer Silahlar” olmaktadır. Öncelikle şunu belirtmek gerekir ki; tüm dünya tarafından üzerinde anlaşılmış olan bir “Taktik Nükleer Silah” tanımı bulunmamaktadır. Bununla beraber, söz konusu ifade, genellikle büyüklükleri, menzilleri sınırlı askeri hedeflere ilişkin olarak kullanımları ile karakterize edilen nükleer silahlar için betimlendiği söylenebilir. Bu tip silahlar, geleneksel ve konvansiyonel bombalardan çok daha büyüktürler ve patlamanın ötesinde radyoaktif etki ve diğer ölümcül etkilere de neden olabilmektedirler.

Konu daha açık şekilde belirtilmek istenirse, günümüzde geliştirilmiş nükleer savaş başlıklarının değişken bir ‘çevirmeli’ veriminden, bir başka deyişle operatör patlayıcı gücünden de bahsedilmektedir. Bu bağlamda bir taktik nükleer silahın, 1 kt’dan 50kt’a kadar olabirliğinden söz edilmektedir. (Hiroşima’yı yok eden nükleer silahın 10 kt ve Nagazaki’ye atılan nükleer bombanın 15 kt olduğu ve 1 kt’nun ise 1.000 ton TNT’ye eşdeğer olduğunu da belirtmek gerekir.)

NÜKLEER TEHLİKE ve TEHDİTLERİN BÖLGESEL ve GLOBAL ETKİLERİ

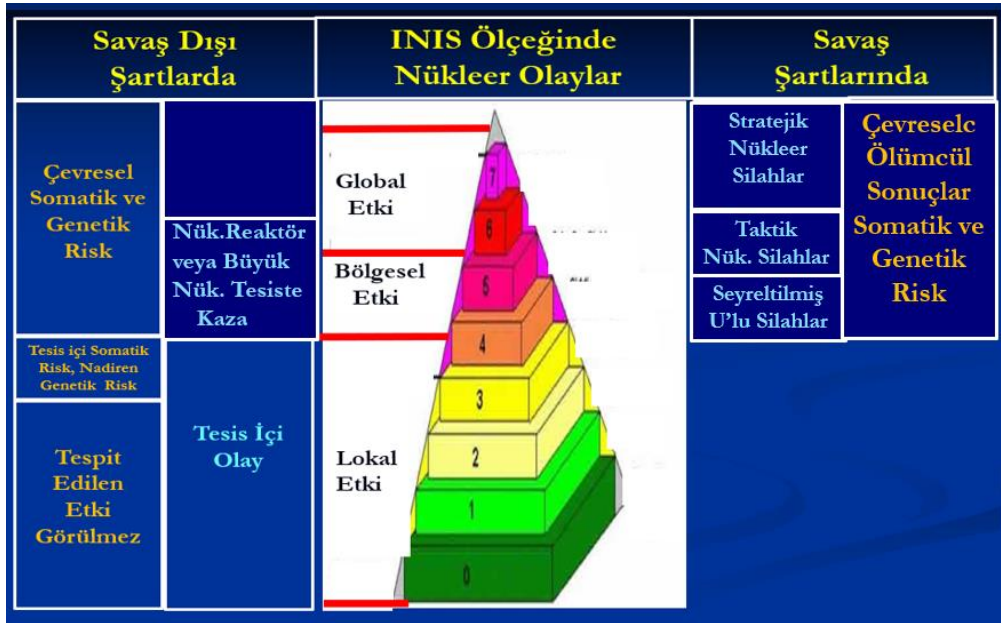
Nükleer tehlike ve tehditlerin bölgesel ve global bağlamda etkilerinin değerlendirilmesi için savaş dışı oluşabilecek tehlike ve tehditler incelendiğinde, bunların pek çoğunun kapalı tesis içi olduğu ve ayrıca yakın çevre ve bölgesel etkilerinin olabileceği görülmektedir. Savaş şartlarında ortaya çıkabilecek etkiler incelenmek istediğinde stratejik nükleer silahlar, global tehlike ve tehdit oluşturan silahlardır. Burada önemli bir konu; nükleer silahın atmosferdeki etkileme yüksekliği olmaktadır. Şekil 4’te nükleer silahların atmosferdeki etkileme yükseklikleri görülmektedir. Burada şunu belirtmek yerinde olacaktır ki; “Stratosfer”e çıkan etkiler tüm dünyayı etkileyen etkiler olarak nitelenmektedir. Bir başka deyişle, stratosfere kadar ulaşabilen etkiler global tehlike yaratmakta ve dolayısıyla global tehdit unsurlarını oluşturmaktadırlar. Son dönemlerde bahsi geçen ve Ukrayna’da kullanılması söz konusu

olan Taktik Nükleer Silahların bu kapsamda stratosfere çıkan etkisi olmayacağı iddia edilmektedir. Bu bağlamda taktik nükleer silahların bölgesel tehlike oluşturacağı ifade edilmektedir. Seyreltilmiş uranyumlu mühimmatın ise bölgesel tehdit oluşturması söz konusu olmaktadır. Nitekim, yakın geçmişte kullanılan böylesi mühimmatın etkileri bölgesel olarak gözlenmiştir.

SONUÇ

Tüm bu hususlar birlikte göz önüne alındığında ve INES Ölçeği bağlamında değerlendirildiğinde, savaş dışı durumlarda esas itibariyle INES ölçeğinde genellikle ilk 3 kademe içinde olay ve riskler meydana gelmektedir. Son olarak Nükleer santrallarda nükleer güvenlik, ulaşılan teknolojinin tüm imkanlarının kullanılmasıyla söz konusu risklerin minimize edildiği söylenebilir [10].

Nükleer reaktör ve tesislerde (her şeye rağmen) büyük nükleer kaza şartlarında 4, 5, 6 ve nadiren 7 kategorisinde yer alan olaylar görülebilmektedir. Bir başka deyişle, meydana gelen etkiler ve riskler genellikle tesis içi olmakta ve daha az sayıda olacak şekilde yöresel ve bölgesel olabilmekte nadiren de ulusal ve uluslararası boyutta etkili olabilmektedirler (Şekil 5).



Şekil 5 Savaş Dışı ve Savaş Şartları İçin INES Değerlendirmesi

Buna karşın tüm savaş hali kullanımlar, INES Ölçeğinde 4'ün üzerinde etkiler oluşturan etkilerdir. "Seyreltilmiş Uranyum" içeren mühimmat kullanımının, INES Ölçeğinde 5 inci kademe etkileri yarattığı söylenebilir. Taktik nükleer silahlar INES Ölçeğinde 5 ve 6, kademe etkileri ve stratejik nükleer silahlar ise INES Ölçeğinde 6 ncı ve 7 inci kademe risk yaratan olaylara neden olacakları ifade edilebilir.

Savaş dışı ve savaş şartları için INIS değerlendirmesi esas alınarak geliştirilen bir şematik gösterim Şekil 5'te görülmektedir. Söz konusu şemada aynı zamanda çevre ve canlılar için oluşabilecek riskler de verilmektedir.

Öz olarak belirtilmek istenirse KBRN değerlendirmesi bağlamında, yukarıda yapılan tüm değerlendirmeler çerçevesinde olabilecek her tür olumsuz şarta hazır olunması, dolayısıyla barış ve savaş şartlarında tüm KBRN kurallarının ve gereklerinin hassasiyetle yerine getirilmesi önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- [1] Başbakanlık-Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı "Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer Tehlikelere Dair Görev Yönetmeliği", Resmi Gazete, Sayı: 28281, 3 Mayıs 2012.
- [2] J. Shapiro, "Radiation Protection: A Guide for Scientist, Regulators and Physicians, Harvard University Press, 2002.
- [3] [Ters kare kanunu - Ar-Ge ve Tasarım \(argevetasarim.com\)](http://argevetasarim.com), (Erişim Tarihi: 16 Ekim 2023)
- [4] IAEA, International Nuclear and Radiological Event Scale (INES), IAEA Destekli Nükleer Olaylar Web Tabanlı Sistem (NEWS), 1990.
- [5] [Nükleer Silah Nedir? Nükleer Silah Bulunan Ülkeler - MaksatBilgi](http://www.yeniakit.com.tr), (Erişim Tarihi: 16 Ekim 2023)
- [6] H.S. Kristensen, S.N. Kile, "Estimated Global Nuclear Warhead Inventories", Stockholm International Peace Research Institute and US department of State, Arms Control Association, August 2000.
- [7] <https://www.yeniakit.com.tr/haber/insanoglundun-patlattigi-en-guclu-bomba-car-bombasi-119349.html>
- [8] [TRHaber - Seyreltilmiş uranyumlu mermi nedir? Seyreltilmiş uranyum mühimmatı nerede kullanılır?](http://trhaber.com)
- [9] <https://seyler.eksisozluk.com/cesitli-buyuklukteki-nukleer-bombalar-istanbula-atilirsaa-etki-alani-ne-olur-2>
- [10] A.B. Tuğrul, "Nükleer Enerji ve Güvenlik İlişkisi", 22. Uluslararası Enerji ve Çevre Konferansı ICCI-2016, İstanbul, 27-29 Nisan 2016, CD Bildiri Kitabı, 7-

NÜKLEER VE RADYASYON RİSKLERİNDE GÜNCEL TANI VE TEDAVİ UYGULAMALARI

Doç. Dr. Aslı Ayan

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Gülhane Eğitim Araştırma Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, ANKARA, drasliayan@yahoo.com, +903123044812

ÖZET

Nükleer ve radyolojik kaza ve olaylar günümüzde reaktör kazaları ya da nükleer silahlar ile ilişkilendirilse de asıl olgular endüstriyel ve tıbbi kullanımlar nedeniyle karşımıza çıkmaktadır. Radyasyon kazazedeleri travma ve yanık gibi bulguları yoksa acil tıbbi hizmetten faydalanmalarına gerek yoktur. Bu olgular radyasyon kazasının nasıl gerçekleştiği ile ilişkili olarak ayrıntılı anamnez ve maruziyete ilişkin şüphe ile değerlendirilmektedir. Afet tıbbında bu hastaların radyasyon sendromu olasılığı acil bir tedavi ihtiyacı yaratmaz. Ancak yüksek dozda radyasyona maruziyet, maruziyetten kısa süre sonra başlayan bulantı kusma ve nöbetlere dek geniş bir spektrumda karşımıza çıkabilir. Erken başlayan semptomlar yüksek doz hızına maruziyetine ve hastanın yaşam süresinin kısa olacağına işaret eder. Bu hastalara halen palyatif müdahalelerde bulunulabilmektedir. Geniş çaplı, yüksek kazazede sayılarında kısıtlı kaynakların bu durumdaki hastalara kullanılması sağlık hizmet sunumundaki krizi derinleştirecektir. Akut radyasyon sendromlarında triyaj tedavi sınırlarının etkin olarak çizilmesine ve tedaviden en çok fayda göreceğ olanın etkin tedaviyle buluşmasını sağlar. Akut radyasyon sendromlarına sebep olan radyoaktif kaynağa maruziyet aynı zamanda kazazedelerin dekontaminasyon ve dekontaminasyon tedavilerine ihtiyacını belirler. Her işlemlerde dekontaminasyon işlemlerine gereksinim duyulmaz.

Anahtar Kelimeler: *nükleer ve radyolojik kaza, triyaj, sitokin tedavisi, dekontaminasyon, akut radyasyon sendromları*

Tıbbi kimyasal biyolojik radyolojik nükleer savunmada taktik ve strateji, olay yeri yönetimi örneklem ve saptama, hayat kurtarıcı eylemler için ilk müdahaleci eğitimleri, tahliye, dekontaminasyon-dekontaminasyon süreçleri, iletişim ve koordinasyon, triyaj tedavi organizasyonu ve ihtiyacın belirlenmesi ve ilaç endüstrisinin planlama çalışmaları, atık bertarafı konularını kapsamaktadır. Radyolojik-nükleer kaza ve afetlerde dünya genelinde ölüm ve yaralı sayıları görece düşüktür. Bu kaza ve afetler genel olarak geri plan aktivitesini arttıran çevresel felaketlerdir. Radyolojik-nükleer kazalarda yanık ve travma yok ise bu hastaların 15-20 gün sonra ortaya çıkabilecek radyasyon maruziyeti tablosunun ortaya çıkması için olay yerindeki maruziyet geometrisi ve maruz kalınan tüm vücut dozunu ortaya çıkartmak ve etkin triyaj yapılması gerekir. Akut radyasyon maruziyeti olasılığı maruziyet geometrisi, radyoaktif kaynak doz hızı ilişkisi ile ortaya çıkarılabilir. Halen etkin tedavi, ARS sendromları arasında kemik iliğinin belirgin baskılandığı Hematolojik sendrom için yapılabilmektedir. Gastrointestinal ve nörovasküler sendromlarda tedavi kısmen hayatı uzatsa da ölümle sonuçlanmaktadır. Hematolojik Sendromun erken saptanması ve erken destekleyici tedaviler ve sitokin tedavisi hayat kurtarıcıdır. Bu tedavilerin erken başlatılması için kalabalık kazazede gruplarında anamnez ve olay yeri incelemelerinin dışında kusma zamanı, lenfosit deplesyon kinetikleri, kromozom aberrasyon testleri, FISH testleri kullanılabilir. Prodrom fazında izlenen semptom ve bulguların varlığı, başlama süresi ve sıklığı ampirik olarak dozun tahmininde yardımcı olabilir. Hastane yatışına ihtiyacı olanların belirlenmesinde kullanılabilir (Tablo 1). Latent fazın kısılması yüksek maruziyet dozu ile orantılıdır.

Tablo1. Prodrom fazında izlenen semptom ve bulgularla, maruz kalınan doz ve tedavi ihtiyacının belirlenmesi.

PRODROM	1-2 Gy	2-4 Gy	4-6 Gy	6-8 Gy
Kusma	>2 sa, %10-50 olgu	1-2 saat, %70-90 olgu	<1 sa, %100	<30 dk
İshal	-	?, doza bağlı	+, 3-8 sa	Şiddetli, 1-3 saa
Başağrısı	hafif	hafif	orta	şiddetli
Bilinç	N	N	N	Azalmış olabilir
Ateş	-	Var, 1-3 saat sonra	Var, 1-2 saat içinde	Yüksek ateş, %100
Hospitalizasyon	Ayaktan takip, Hastalık fazını bekleyelim	Yatış	Acil Yatış Agresif destek tedavi Kemik iliği nakli	Acil Yatış Agresif destek tedavi
Latent faz	21-35 gün	18-28 gün	8-18 gün	<8 gün
Sonuç	iyileşme	İyileşme beklentisi yüksek	>%20-70 ölümler 4-8 hafta içinde	>%50 ölümler 1-2 hafta İyileşme aylar yıllar alabilir

Biyolojik dozimetri kitlesel maruziyetlerde kullanılamayacak kadar uzun sürede sonuçları elde edilen pahalı testlerdir. Kişilerin önceki tıbbi radyasyon maruziyetlerinden etkilenirler. Bunlardan en çok tavsiye edilen disentrik kromozom çalışmaları erken dönemde maruz kalınan radyasyon dozu ile ilişkili olmakla birlikte; referans laboratuvarlar dışındaki doz tahmini, biyodozimetrik temelli tedaviler için kullanılmamalıdır. Maruziyetten 24 saat sonra alınan kan tahlilleri doz tahmininde kullanılabilir. Maruz kalınan doz ile orantılı olarak tersine izolasyon, enfeksiyon kontrol, asepsi, antisepsi, koloni stimulan faktör uygulamaları (sitokinler), irradie transfüzyonlar, allojeneik kemik iliği nakli, algolojik tedaviler, yanık tedavileri, destek tedavileri, cerrahi müdahaleler, solunum desteği ve hemodiyaliz uzayan yaşam süresinde etkin olarak sürdürülmesi gereken tedavilerdir(1,2,3). 2 Gy'den yüksek olduğu değerlendirilen tüm vücut dozlarında güncel yaklaşım, en kısa sürede sitokin tedavilerinin başlatılmasıdır (3). Halen derin öğrenme, yapay zeka prosedürlerinin maruziyet doz tahmini için kullanılması için çalışmalar devam etmektedir. Kromozomal testlerin otomasyonu, hızlandırılması, yeni ve güvenilir testler ve triyaj temelli çalışmalar olası kaza ve afetlerde kullanılmak üzere geliştirilmeye çalışılmaktadır. Radyasyon maruziyetinde lipiodomik, telomer uzunlukları, aptamerler, dolaşımdaki RNA, organa özgü biyoişaretleyiciler, hücresel yaşlanma DNA hasarının otomasyonu, gen ekspresyonları proteomikler, mikroRNA temelli çalışmalar radyasyon maruziyetinde tedavi ihtiyacının hızla belirlenmesi, sitokin tedavisinin hızla başlatılması ve radyasyon maruziyetinin uzun dönem etkilerinin belirlenmesi için geliştirilmeye devam etmektedir.

SONUÇ

Radyolojik-Nükleer tehdit ve tehlikeler endüstriyel kullanım, medikal uygulamalar, terör ve savaşların sonucunda ortaya çıkabilir. Kazazede sayıları sağlık hizmet sunumunda krize neden olabilir. Afetlerde şehir alt yapı ve destek sistemleri zarar görebilir. Nükleer radyolojik kazalar uzun süreli çevre kirliliğine neden olabilir. Radyasyonun düşük dozlarında acil tedavi ihtiyacı gerekmeksizin karsinojenik ve mutajenik risk olasılığını arttırabilir. Radyolojik veya nükleer olaylara karşı yeterli savunma ancak taktik ve stratejik yaklaşımla mümkün olabilir.

Kaynaklar

- [1]. Ayan A, Dönmez S. Radyolojik – Nükleer Terörist Saldırıları Tıbbi Yönetim. Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi. Ağustos 2018;51(2):154-162.
- [2]. Ortatatlı M, Sezigen S, Ayan HA, Balandız H, Kenar L. Terörizm Kapsamında Kimyasal, Biyolojik, Nükleer ve Radyasyona Bağlı Yaralanmaların Değerlendirilmesi. Turk Klin J Foren Med-Spec Top. 2015;1(2):44-52.
- [3]. Horta ZP, Case CM Jr, DiCarlo AL. Use of Growth Factors and Cytokines to Treat Injuries Resulting from a Radiation Public Health Emergency. Radiat Res. 2019 Jul;192(1):92-97

**Panel-IV: KBRN KİMYASAL TEHDİT VE SAVUNMA
ORGANİZASYONU**

21 EKİM 2023 / 2. GÜN

Oturum Başkanı: Prof. Dr. Selçuk, KILIÇ,

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıbbi KBRN AD Başkanı (SBÜ),

İstanbul, Türkiye

Oturum Başkanı: Dr. Esra Ergün ALIŞ,

İstanbul Aydın Üniversitesi Medikal Park Hastanesi

Enfeksiyon Hastalıkları ve Mikrobiyoloji Uzmanı,

İstanbul, Türkiye

KİMYASAL OLAYLARA MEDİKAL YAKLAŞIM

Bengü Mutlu Sarıççek

*Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi Acil Tıp AD
SBÜ Tıbbi KBRN AD Tez Dönemi Doktora Öğrencisi
mutlu_bengu@hotmail.com*

Özet

Kimyasal olaylarda müdahale eden personelin kişisel koruyucu kıyafet giyerek mağdurun uygun dekontaminasyonunun yapılması önemlidir. Triyaj ve temel yaşam desteği ardından, ajanın ne olduğu belirlenmeye çalışılmalı ve uygun tedaviye olabildiğince erken başlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: kimyasal savaş ajanları, triyaj, dekontaminasyon, antidot

Birleşmiş Milletlerin ilk kez 1969'da yayınladığı ve 1988'de güncellediği tanıma göre; "Kimyasal savaş ajanları, insan, hayvan ve bitkiler üzerindeki doğrudan toksik etkileri nedeniyle kullanılan gaz, sıvı veya katı kimyasal maddeler"dir. Kimyasal savaş ajanları ile maruziyet her ne kadar diğer zehirlenme vakaları kadar sık görülme de bu ajanların ya da öncüllerinin sanayide kullanılabilir olması, ya da değişen teknolojik, politik ve sosyolojik yaklaşımlardan ötürü savaş kavramının şekil ve hedef değiştirmesinden dolayı; bu alanda çalışan herkesin, KBRN çatısı altında toplanan olaylarda, karşılaşılan toksikoloji vakalarında veya açıklanamayan kliniklerle başvuran hastalarda bu ajanların etkileri konusunda bilinçli olmaları gerekmektedir

KİMYASAL SAVAŞ AJANLARI

Toksik özelliklerine ve etki mekanizmalarına göre 7 ana grupta sınıflandırabiliriz.

Yakıcı ajanlar: Sülfür mustard, Nitrojen mustard, Lewisit

Sinir ajanları: Tabun (GA), Sarin (GB), Soman (GD), Siklosarin (GF), VX

Akciğer irritanları (boğucu gazlar): Fosgen (CG), Difosgen (DP), Klor (CL), Klorpikrin (PS), Amonyak, İzosiyanatlar, Mineral asitler

Kan zehirleyici ajanlar (Siyanür bileşikleri): Hidrojen siyanür (HCN), Siyanojen klorür (CNCl)

Kargaşa kontrol ajanları: 2-Klorobenzalmonitril (CS), 2-Kloroasetofenon (CN), Dibenz(b,f)-1,4-oksazepin (CR), kapsaisin (biber gazı)

Kapasite bozucu ajanlar: BZ, LSD

Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar: Risin, Saksitoksin

KİMYASAL SAVAŞ AJANLARI MARUZİYETİNDE ACİL TIBBİ MÜDAHALE

Kimyasal savaş ajanı maruziyetinde ajanın ne olduğu, maruz kalma yolu, maruz kalınan miktar, olası birlikte alınan maddeler, maruziyet süresi ve ek yaralanmalar dikkatle değerlendirilmelidir. Bu ajanlara maruziyet en sık inhalasyon ya da dermal yolla olur.

Uygun dekontaminasyon ve destek tedavi ile antidotların zamanında ve yerinde uygulanması kimyasal savaş ajanı maruziyetinde, morbidite ve mortalite oranlarını ciddi anlamda düşürecektir.

Zehirlenme tanısı anamnez ve fizik muayene ile koyulur. Her ne kadar toksikolojik paneller kullanılabilse de nadiren ajan doğru ve zamanında tespit edilebilir. Yapılacak sistematik bir fizik muayene ile maruziyetin doğası ve potansiyel ciddiyeti hakkında önemli ipuçları edinilebilir, burden yola çıkarak ajan hakkında fikir yürütülüp, tedaviye erken başlanır.

TRİYAJ ve DEKONTAMİNASYON

Amaç sekonder kontaminasyonları engellemek ve eldeki tıbbi kaynaklardan efektif şekilde yaralanmak olduğundan triyaj (START=Simple Triage And Rapid Treatment) ve dekontaminasyon önceliklidir. Dekontaminasyon C tipi kişisel koruyucu ekipman giyinmiş personel tarafından ılık alanda yapılır. Kimyasal savaş ajanı maruziyetinde mağdurun kliniği dinamik olarak değişebileceğinden, triyaj sık sık tekrarlanmalıdır.

RESÜSİTASYON

Kişisel koruyucu ekipmanları giymiş, KBRN ve resüsitasyon konusunda özel eğitilmiş, yeterli sayıda personele sahip bir ekip tarafından temel ve ileri yaşam desteği uygulamaları ile mağdurun spontan dolaşıma geri döndürülebilmesi önemlidir. Bu sırada ajan biliniyor ya da klinik olarak öngörülüyorsa antidot uygulamaları ve eliminasyonu arttırabilecek farklı ilaç ve prosedürler, havayolu güvenliği, sıvı resüsitasyonu, destek tedavisi ve sıkı takibe ihtiyaç duyar.

Kimyasal savaş ajanı maruziyetinde, antidotların erken kullanımı mortalite ve morbiditeyi azaltmada önemlidir. Antidot kullanımı için hastanın stabilizasyonunun beklenmesine gerek yoktur. Kimyasal ajan biliniyorsa mağdura ulaşılır ulaşılmaz, ajan bilinmiyorsa klinik şüphe varlığında antidot uygulanmalıdır.

Toksin kaynaklı aritmiler, hipoksi, metabolik/asit-baz anormalliklerinin düzeltilmesine ve antidot uygulanması genellikle kendiliğinden düzelir. GenişQRS kompleksli taşiaritmilerde sodyum bikarbonat uygulanır.

Toksine bağlı konvülsiyonlar IV benzodiazepin ile tedavi edilir. Dirençli nöbetlerde barbitüratlar da tercih edilebilir.

ÖZELLİKLİ MÜDAHALELER

Yakıcı Ajanlar ile Maruziyette Özel Müdahaleler: Lewisit dışındaki yakıcı ajanların antidotal tedavisi yoktur. Erken dekontaminasyon, semptomatik tedavi, solunum desteği, sıvı resüsitasyonu, kardiyovasküler stabilizasyon, ağrı kontrolü ve büllöz lezyonların lokal tedavisi, tedavinin temelini oluşturur. Lewisit antidotu dimerkaproldür (British Anti Lewisite = BAL)

Sinir Ajanı Maruziyetinde Özel Müdahaleler: Tüm KBRN maruziyetlerinde olduğu gibi, sinir ajanı maruziyetinde de ilk ve en önemli müdahale mağdurun alandan uzaklaştırılması ve dekontaminasyonudur. Sinir ajanı ile asetilkolinesteraz arasında gelişen aging reaksiyonu oluşmadan antidotun yapılması hayat kurtarıcıdır. Atropin ve oksimler sinir ajanlarının antidotlarıdır. 2 mg atropin ve 220 mg obidoksim klorid içeren IM (intramüsküler) uygulanan hazır otoenjektörler kullanılabilir. Farklı enjektörlerde bulunan 2 mg atropin ve 600 mg pralidoksim de tedavi seçeneği olarak kullanılabilir.

Sinir Ajanı Maruziyetinde Özel Müdahaleler: Epileptik nöbet ile başvuran bu hastalarda antikonvülsif olarak en çok tercih edilen ajanlar diazepam (5-10 mg IV) ve midazolamdır (10 mg IM/15-20 mg buccal). Sekresyon artışı ve nöromusküler blokaja bağlı solunum arresti gelişebileceği için hava yolu güvenliği ve solunum fonksiyonunun idamesi açısından erken antidot kullanımı ve endikasyonlar dahilinde erken entübasyon hayat kurtarıcıdır.

Akciğer İrritanları (Boğucu Gazlar): Hastanın efor düzeyinin en az seviyede tutulması, nonkardiyojenik akciğer ödemi kliniğinde olan bu hastalarda yaşam şansını artıracaktır. Destekleyici müdahaleler arasında pozisyon, sıvı yönetimi ve gerektiğinde mekanik ventilasyon, yeterli nütrisyonun sağlanması ve hemodinamik izlem yer alır. Bronkospazm tedavisi için beta agonistler, teofilin ve steroid kullanılabilir.

Kan Zehirleyici Ajanlar (Siyanür Bileşikleri): Siyanür bileşiklerinin beslenme yolu ile alım durumlarında 30 dakika içinde gastric lavaj yapılmalı ve aktif kömür uygulanmalıdır. Hastanın klinik bulgularına göre 4-DMAP (4-Dimetilamifnifenol), inhaler Amil nitrit, Sodyum nitrit, Sodyum tiyosülfat, Hidroksikobalamin, Siyanür şelasyonu ve Dikobalt ededat gibi antidotlar uygulanabilir

Beyaz Fosfor: Spesifik tedavi, % 0.5-1'lik bakır sülfatla irrigasyondur. Bakır sülfat, cilt üzerinde siyah bir bakır oksit filmi oluşumuna neden olur, böylece oksidasyon engellenir ve beyaz fosforun uzaklaştırılmasına izin verir. Etken uzaklaştırıldıktan sonra rutin yanık ve elektrolit tedavisine devam edilir

UNUTTUĞUMUZ VAKALAR

Müdahale eden ekibin dekontaminasyonu, takibi ve sıvı resüsitasyonu önemlidir. Kişisel koruyucu ekipman giyinen personel hazırlanırken ağırlığı, vital bulguları alınmalı, kimlik bilgileri, görevi ve giyinme zamanını yazan kimlik bandı sırtına yapıştırılmalıdır. Kişisel koruyucu ekipman içinde görevli personelin 30 dk'dan fazla kalmaması önerilir. Görevi biten personelin dekontaminasyonu sağlandıktan sonra, ağırlığı, vital bulguları, ajana bağlı semptom ve bulguları kontrol edilmeli, uygun sıvı resüsitasyonları sağlanmalıdır.

Kaynaklar

- [1] Erkekoğlu P, Koçer-Gümüşel B. Kimyasal Savaş Ajanları: Tarihçeleri, Toksikitepleri, Saptanmaları ve Hazırlıklı Olma. Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy. 2018;38(1):24–38.
- [2] OPCW [Internet]. 2022 [cited 2022 Nov 10]. Definitions and Criteria. Available from: <https://www.opcw.org/chemical-weapons-convention/articles/article-ii-definitions-and-criteria>
- [3] Meehan TJM. Approach to the Poisoned Patient. In: Walls RM, Hockberger RS, Gausche-Hill M, editors. Rosen's emergency medicine: concepts and clinical practice. Ninth Edition. 2018. p. 1813–22.
- [4] Madsen JM. Chemical terrorism: Rapid recognition and initial medical management [Internet]. [cited 2023 Oct 15]. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/chemical-terrorism-rapid-recognition-and-initial-medical-management/print?search=chemical>
- [5] Kenar L, Ortatatlı M. Kimyasal ve Biyolojik Savaş Ortamında Tıbbi Yaklaşım. In: Hancı M, Uzan M, editors. Gün Sıfır Travmatoloji. 2013. p. 461–510.
- [6] Greene S. General Management of Poisoned Patients. In: Tintinalli JE, editor. Tintinalli's Emergency Medicine A Comprehensive Study Guide. Eighth Edition. McGraw-Hill Education; 2016. p. 1207–13.
- [7] Kenar L, Ortatatlı M. Kimyasal Tıbbi Yönetim. In: Eroğlu SE, editor. Afet Yönetimi ve Tıbbi Uygulamalar. 2020. p. 583–91.
- [8] Lott C, Truhlář A, Alfonzo A, Barelli A, González-Salvado V, Hinkelbein J, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. Resuscitation. 2021 Apr 1;161:152–219.

- [9] Bird S. Organophosphateandcarbamatepoisoning [Internet]. 2023 [cited 2023 Oct 15]. Availablefrom: <https://www.uptodate.com/contents/organophosphate-and-carbamate-poisoning/print?search=organophosphate>
- [10] Desai S, Su MK. Cyanidepoisoning [Internet]. 2023 [cited 2023 Oct 15]. Availablefrom: https://www.uptodate.com/contents/cyanide-poisoning/print?search=cyanide&source=search_result&selectedTitle=1~77&usage_type=default&displa%E2%80%A6

Özgeçmiş

Bengü MUTLU SARICIÇEK:1982 yılında Arapkir/Malatya’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Mersin ve Adana’da; üniversite eğitimini Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi’nde tamamladı. 13 Kasım 2006’da Ağrı’da meslek hayatına başladı. Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Tıp Kliniği’nde uzmanlık eğitimini tamamladıktan sonra (2007-2012), mecburi hizmet için atandığı İstanbul Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği’nde halen görevini sürdürmektedir. “Tıbbi KBRN” alanında doktora tez dönemi öğrencisidir. İki çocuk annesidir.

PANEL V: KBRN AFETLERİ KRİZ YÖNETİMİ – 1

Oturum Başkanı: Doç. Dr. Aynur ŞAHİN,

İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi

Acil Tıp Kliniği - Toksikoloji YBÜ Sorumlu Hekimi,

Oturum Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Nurdan YILMAZ ŞAHİN,

*İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi Acil
Tıp Kliniği*

PERİFERDE KBRN YÖNETİMİ

Dr. Nefise Büşra Çelik

Kırklareli Eğitim ve Araştırma Hastanesi

ÖZET: Periferde KBRN yönetimi iyi verilmiş bir eğitimle bilinçli personel ve kurumlar arası iyi bir koordinasyonla sağlanabilir. Yaşanmış örneklerden yola çıkarak öncelikle her sağlık personelinin KBRN tanımına, hangi hastaların bu kategoride değerlendirileceğine, maruziyette ne gibi sonuçlar olabileceğine, bulaş yollarına ve maruz kalan hasta geldiğinde yönetimine hakim olmalıdır. Bu da tüm sağlık personelinin düzenli aldığı eğitimlerle mümkündür.

Anahtar kelimeler: KBRN, sıcak alan. KBRN maruziyeti, dekontaminasyon

GİRİŞ

Günümüzde savaş, sanayi ve endüstri sahasında yaşanan gelişmeler KBRN risklerini artırır. KBRN maddeleri ile ilgili bilgi, kullanım ve denetim yetersizliği bugün tehlikeyi en yüksek düzeye taşımıştır.

Öncelikle KBRN

maruziyetini iyi tanımalıyız. Sık görülmeyen bu gibi durumlara önce teorik olarak hakim olmalı ve tatbikatlarda tüm kuralları uygun bir şekilde yerine getirmeliyiz. KBRN olayı gerçekleştiğinde;

- Panik ve kargaşa oluşur.
- Sağlık hizmetlerinde aşırı yük oluşur.
- Müdahale, zor ve zaman alıcıdır.
- İlk müdahale eden kişi risk altındadır.
- Kişisel koruyucu malzeme gerektirir.
- Dekontaminasyon (arındırma) gerektirir .
- Hazırlıklı olmak zordur.

KBRN tehlikelerinde kişisel korunma malzemesi olarak gaz maskesi, koruyucu eldiven, koruyucu bot ve kılıfı, koruyucu elbise sayılabilir. KBRN maruziyetinde olay yeri sıcak alan, ılık ve soğuk alan diye üçe ayrılır. (1)

SICAK ALAN

Olayın meydana geldiği kirli bölgedir. Kirli bölgeye sadece itfaiye ve özel eğitimli personel girebilir. İlgili birimler tarafından KBRN tespiti; elektronik detektörler, kitler ve numune alma yöntemleri ile yapılır. Etkenin özelliklerine göre koruyucu giysi ve maske filtresi seçilir. Alanın güvenliği değerlendirilir, güvenli olana kadar beklenir. Triaj yapılır. Olaydan etkilenenler kurtarılır. Ilık bölgede ilk yardım olarak solunum ve dolaşım desteği uygulanabilir. Kurtarma işlemi ve adli çalışmalardan sonra çevre dekontaminasyonu yapılır.

ILIK ALAN

Sıcak ile soğuk alanlar arasında kalan, aslında temiz olup sıcak alandan gelenlerin kirlettiği bölgedir. Havayolu açıklığı, solunum ve dolaşım desteği sağlanır. Kanama kontrolü yapılır. Triaj yapılır. Yaralı ve kurtarıcıların arındırma işlemleri yapılır.

SOĞUK ALAN

Olaydan hiç etkilenmemiş temiz bölgedir. Triaj yapılır. Tıbbi bakım uygulanır. Antidot uygulaması yapılır. Hastaneye nakil yapılır.

KBRN MARUZİYETİNDE 112 KOMUTA KONTROL MERKEZİ

Komuta merkezine gelen çağrıdan şu bilgiler alınmalıdır;

Olay patlama şeklinde mi, terör saldırısı mı, sanayi bölgesi mi, fabrika, ev, işyeri, okul gibi binalarla sınırlı mı, ortamda kullanılan doğalgaz, soba, LPG var mı, anormal bir koku mevcut mu, hastaların bilinç düzeyi, dispne, akciğer, göz, kardiyolojik, dermatolojik ve nonspesifik bulguları hızlıca sorgulanmalıdır. Danışman hekim ilgili birimleri harekete geçirmelidir. Görevlendirilen ambulanslar sıcak alana girmemelidir.

Ambulansa alınan hastalar önceden belirlenmiş ve hazırlanmış hastaneye yönlendirilir. Antidot desteği için kriz merkezi bilgilendirilir. 112 aracı olay yerine gönderilir. Olay yerine yaklaşan 112 aracı durumun bir KBRN olayı olduğunu anlar merkeze bildirerek döner. (Bu ambulans ile hasta taşınmaz) Komuta kontrol, diğer birimlerle haberleşmeye başlar. KKM arındırma ünitesi olan hastaneleri uyarır ve hastaları bu

merkezlere yönlendirir. Olay yerine gidecek ekipler ve araçlar ile tıbbi malzemeler hazırlanır. Sivil Savunma veya İtfaiyeden gelen çağrı ile olay yerine kendileri için ayrılmış alana yerleşirler. Dekontaminasyondan çıkan hastaları öncelendirilerek temiz bekletme veya 112 ile hastanelere gönderilmeye başlarlar. Sahada çalışan diğer görevlilerin işleri tam bitene kadar olay yerinde beklerler. Maruziyet durumu ortadan kalktıktan sonra normal sürece dönlür. (1,2)

KBRN MARUZİYETİNDE HASTANE

Hastane Önü Planlaması adı altında, KBRN olayına hastane hazırlanır. Bu kapsamda; Haberleşme, personel ve yedek personel, personelin eğitimi, koruyucu malzeme, yeterli antidot ve ilaç, yeterli tıbbi cihaz, ekipman, dekontaminasyon sistemi, arındırmanın nerede yapılacağı vb hususlar hazırlanır. Acil personeli, daha önce defalarca tatbikat çalışması yapmış olmalıdır. Hastaneler, KBRN olayını haber alır almaz hemen kapatılır. Hastane içi bölümlerin güvenliği sağlanarak giriş ve çıkışlar engellenir. Bunun için emniyet teşkilatından yardım alınarak hastane acil bariyeri oluşturulur. İzdihamın önlenmesi ve sağlık personelinin emniyeti için gerekli güvenlik tedbirleri alınır. Hastane önünde dekontaminasyon sistemi kurulur. Dekontaminasyon alanının güvenliği de çok önemlidir. Antidot ve ilaç ihtiyacı belirlenir. Ayrıca hava raporları izlenmelidir. Rüzgârın hız ve yönüne dikkat edilmeli, yön değiştirmesine karşı dikkatli olunmalıdır. Enerji ve su ihtiyacı kesintisiz karşılanmalıdır. Hastalar dekontamine edilmeden kesinlikle acile alınmaz. (3)

KBRN MARUZİYETİNDE TRİAJ KATEGORİLERİ

Derhal tedavi gerektiren grup, T1: Acil serviste hayat kurtarıcı işlemlere ihtiyaç gösteren, tıbbi tedavi ile kurtarılması mümkün olan hastalar,

Daha sonra tedavi edilebilecek grup, T2: Hastanede uzun süre tedavi gereken, büyük cerrahi girişimlere, uzun süreli yoğun bakıma ihtiyaç duyan hastalar,

Minimal tedaviye ihtiyaç gösterebilen grup, T3: Tedaviye gerek görülmeyen, kısa sürede görevine dönebilecek olanlar, (Tahliyeye ihtiyaç yoktur)

Yaşama şansı zayıf olan grup, T4: Hayatta kalma şansı zor olanlar. Tıbbi imkânların yetersizliğinde, acil servislerin kapasitesini aşan durumlarda ölü kabul edilir.

DEKONTAMİNASYON

Dekontaminasyon özel eğitimli kişilerce, özel ekipmanlar ve solüsyonlar kullanılarak kimyasal maddenin bulaştığı her şeyden tamamen uzaklaştırılması işlemidir.

DEKONTAMİNASYON YÖNTEMLERİ

Su ile dekontaminasyon: KBRN kirlenmelerin tazyikli su ile yıkanarak temizlenmesidir. Suyun ılık olması tercih edilir.

Buharlaştırma: Yüksek ısıda üretilen buharın kirlenen yere uygulanmasıdır.

Nötralize

etme

Yakma

Kapatma

Havalandırma, zamana

bırakma HASTA

DEKONTAMİNASYONU

En önemli dekontaminasyon ılık alanda gerçekleştirilir. Sağlık kuruluşuna sevk edilir. Hastane önündeki dekontaminasyon sisteminde tekrar arındırılır.

PERSONEL DEKONTAMİNASYONU

Personel, hastane giriş kapısında ön dekontaminasyon işlemine tabi tutulur. Elbiseleri çıkartılır. (Elbiseler büyük boy poşetin içine koyulmalı, arındırmaya giren her hastanın kaydı yapılmalıdır). Kimyasallı su ile yıkanır (sıvı sabun ve su). Normal su ile durulanır. (30 saniye)

GİYSİ DEKONTAMİNASYONU

Kirlenmeye maruz kalındıktan sonraki on beş dakika içinde yapıldığında en etkilidir.

MALZEME DEKONTAMİNASYONU

Malzeme elektronikse kapatılır. Arındırma tozu ile fırçalanır. Bulaşma çıkmıyorsa spatula ile kazınır. Varsa özel kimyasal karışımı dikkatle uygulanır. Hava basıncı ile üzerindeki tozlar temizlenir.

ARAÇ/AMBULANS DEKONTAMİNASYONU

Ön yıkama ile araç, kaba kirlilerden basınçlı su ile temizlenir. Kimyasalla kaplanarak temizlik maddesi uygulanır. Etkileşime bırakılır. Basınçlı sıcak su ile durulanır ve kirlilik ölçümü yapılır.

ARAZİ DEKONTAMİNASYONU

Kimyasal su karışımı, yüzeye uygulanarak dekontaminasyon işlemi yapılır.

DEKONTAMİNASYON ÇALIŞMALARI

Kimyasal gaz ölçüm cihazları ile kirlilik tespiti yapılır. Hastanın elbiseleri çıkarılır. Biyolojik veya radyolojik bir kirlenme ise elbiseler çıkartılırken ıslatılır. Hasta, basınçsız akan bol su altında ılık alanda veya hastaneye alınmadan önce yıkanır. Yıkama, kollar dışa doğru açılarak ayaklar aralı pozisyonda baştan aşağı duş şeklinde yapılır. Ayrıca yıkama işlemi ovmadan yapılır. Dekontaminasyondan sonra tekrar kimyasal kirlilik tespiti yapılır.

Dekontamine edilen hastanın soğuk alanda ya da hastanede acil tıbbi tedavisi uygulanır. Dekontamine edilmemiş hasta, kesinlikle hastaneye alınmaz. Zira sağlık personeli risk altındadır. Triağa göre hasta, hastaneye nakledilir. Hastane tercihinde yanık tedavisi dikkate alınmalıdır. İşlem bitince ambulanslar dekontamine edilir. (1)

SONUÇ

Personel açısından hızlı sirkülasyonu olan acil sağlık hizmetleri ve acil servislere eğitimlerin daha sık verilmesi, bu eğitimlerin hizmet içi eğitim kapsamına alınması, tatbikatların usulüne uygun ve sık yapılması, KBRN vakası bildirildiğinde Acil Sağlık Hizmetleri ve hastanenin koordineli bir şekilde iletişim halinde olması periferde

KBRN yönetimini daha iyi bir hale getirecektir.

KAYNAKLAR

1. Sağlık Bakanlığı KBRN Yönergesi, 10 Haziran 2022
2. KBRN Olayları Bilgilendirme Rehberi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim, Uygulama ve Araştırma Hastanesi
3. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

SON KBRN OLAYLARINDAKİ EĞİLİMLER

Prof. Dr. Sadık Toprak* Dr. Kübra Korbıçak* Dr. Bahadır Eyigün*

**İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Adli Tıp AD*

ÖZET: *Kitlese veya bireysel bağlamda bakıldığında günümüzde halen kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer ajanların kullanıldığı görülmektedir. Son saldırı olayları, bu ajanların kullanımının sadece sofistike biyolojik veya kimyasal silahlarla sınırlı kalmadığını, aynı zamanda tarihsel olarak bilinen "eski moda" kimyasal silahların da tehdit oluşturduğunu göstermektedir. 1757 yıl önce Dura-Europos'ta kullanılan kükürtlü hardal gazının yeniden gündeme gelmesi, KBRN tehdidinin evrimine işaret etmektedir.[1] Kimyasal ve biyolojik ajanların kolayca üretilebilmesi devletlerin veya grupların elinde bir güç olarak bulundurulmasına yol açmıştır. [2] Bu tehlike, Suriye'deki kimyasal saldırılarla daha somut bir hâl almıştır. Çatışma bölgeleri dışında, huzurlu ülkelerde bile bireylere yönelik KBRN saldırılarının sayısındaki artış, uluslararası toplumu daha etkin stratejiler ve çözümler geliştirmeye yönlendirmektedir. Bu bağlamda, bu makale, son KBRN olaylarının ortak özelliklerini belirleyerek, bu tür tehditlere karşı etkili yanıtların neler olabileceğine odaklanacaktır.*

Devletler tarafından KBRN Ajanlarının Kullanımı

2013 Guta saldırısı, sarin gazının kullanımıyla yüzlerce sivilin ölümüne neden olmuş ve uluslararası toplumun dikkatini çekerek kimyasal silah kullanımına karşı ciddi endişelere yol açmıştır.[3] Suriye Amerikan Tıp Derneği(SAMS), tedavi gören birçok hastadan alınan biyolojik örneklerin ve saldırı bölgesinden toplanan çevresel örneklerin sağlık personeli tarafından titizlikle toplandığı paralel araştırmalar yürüterek bu konuda önemli verilere ulaşmıştır. Dernek, gerçekleştirdiği çalışmalar sonucunda üç zehirli gazın - sarin, klor ve hardal maddeleri - kullanımını tespit etmiş ve bu bulgular, Kimyasal Silahların Yasaklanması Örgütü (OPCW) ve Birleşmiş Milletler (BM) araştırmalarının sonuçlarıyla uyumlu bulmuştur.[4]

Suriye'deki kimyasal saldırılar tarihsel bir perspektifle ele alındığında, 1757 yıl önce Roma kontrolündeki Dura-Europos'ta yaşanan bir benzer olayı hatırlatıyor. Leicester Üniversitesi'nde yapılan araştırma, Sasanilerin kimyasal silah kullanarak Roma askerlerini öldürdüğünü ortaya koydu. Bu keşif, Orta Doğu'da kimyasal silahların tarihine dair önemli bir gözlem sunmaktadır. [1]

Suikastlarda Kullanım

Rusya'nın politik muhaliflere yönelik kullanıldığı iddia edilen sofistike kimyasal ajanlar, uluslararası ilişkilerde büyük bir endişe kaynağı olmuştur. Aleksander Litvinenko'nun polonyum-210 ile zehirlenmesi, Sergei Skripal'in ve kızının Novichok adlı sinir gazıyla hedef alınması, ve Aleksey Navalny'nin Novichok kullanılarak zehirlenmesi, Rusya'nın bu tür suikastlarda sofistike zehirleri sistemli bir şekilde kullandığına dair ciddi endişeleri artırmıştır.[5]

Kriminal zehirlenmelerde kullanılan zehir, renksizlik, tat ve koku eksikliği, gecikmiş toksik etkiler, tespit edilmesindeki zorluklar ve kolay elde edilebilirliği gibi özelliklerle karakterize edilmelidir[6]. Politik doğanın olduğu birçok zehirlenme olayında toksik maddeler veya bunların metabolitleri tespit edilememiştir. Bu türden bir

örnek, Pussy Riot aktivisti Pyotr Verzilov'un şüpheli zehirlenme vakasıdır.[7] Berlin Charité hastanesi personeli, Verzilov'un sisteminde zehir izlerinin olmamasına rağmen, durumu için başka bir açıklama olmadığına inanmışlardı.[8]

1978'de Londra'da, Georgi Markov adlı bir gazeteci, Waterloo Köprüsü'nde yürürken kimliği belirsiz bir saldırgan tarafından sağ uyluğundan madde enjekte etme mekanizması bulunan bir şemsiye kullanılarak zehirlendiği iddia edildi, hafif bir ağrıya başlayan bu saldırının ardından, Markov'un sağlık durumu hızla kötüleşti ve kısa süre içinde ölümcül sona ulaştı.[9] Otopside 1,53 mm çapında küçük bir metalik saçma bulundu. Bu saçmanın içinde, ricin adlı ölümcül bir zehirin taşındığı iddia edildi ancak ricin tespit edilemedi.[10] Ricin ölümcül bir zehir olmasının yanında kanser hücrelerini hedef alabilen ve aynı zamanda nörolojik bozukluklar ve ağrılı nöropatilerin tedavisinde kullanılabilen bir immünoterapotik ajan olarak araştırılmıştır. Bu olay, ölümcül bir zehirin aynı zamanda tedavide kullanılabilir potansiyele sahip olduğunu gösteren çarpıcı bir örnek olarak ön plana çıkmaktadır.[11, 12]

Terör Örgütleri Tarafından Kullanım

Kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer ajanlar sadece devletler tarafından değil, terör grupları tarafından da terör eylemleri amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle bazı kimyasal maddelerin çok kolay elde edilebilir olması bu maddelerin terör örgütleri tarafından kullanılmasını kolaylaştırmaktadır. Örneğin kimyasal silah olarak kullanılan klor gazı temizlik malzemesi olarak kullanılan ve yasal olarak temin edilebilen çamaşır suyu (NaClO) ve tuz ruhu (HCl) maddelerinin karıştırılmasıyla, $NaClO + 2HCl \rightarrow Cl_2 + H_2O + NaCl$ kimyasal reaksiyonu sonucu elde edilebilmektedir. IŞİD terör örgütünün 72 kişinin ölümü ve 66 kişinin yaralanmasıyla sonuçlanan 28 Ocak 2016 tarihli Irak (**Global Terrorism Database 1970 - 2020 [GTD ID: 201601280038]**, <https://www.start.umd.edu/gtd>) veya Al-Naqshabandiya Army terör örgütünün 36 kişinin ölümüyle sonuçlanan 24 Aralık 2014 tarihli Irak (**Global Terrorism Database 1970 - 2020 [GTD ID: 201412240034]**, <https://www.start.umd.edu/gtd>) saldırılarında olduğu gibi klor gazı terör örgütü eylemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Kimyasal ajanların terör örgütleri tarafından kullanılma sıklığı zaman içerisinde artmaktadır. 1970-2010 yılları arasında yılda ortalama 6 kimyasal saldırı rapor edilmesine rağmen, 2010-2020 yılları arasında yılda ortalama 20 saldırı rapor edilmiştir. [13, 14] Terör örgütleri 1994-1995 yılları arasında Japonya'da 11 kez sinir gazı kullandılar: Örneğin sarin 27 Haziran 1994'te Matsumoto'da ve 20 Mart 1995'te Tokyo metro saldırısında kullanıldı. [15, 16]

Devletler Tarafından Öldürücü Olmayan Ajanların Kullanımı

23 Ekim 2002 tarihinde Moskova Tiyatrosu'na yaklaşık 50 kişiden oluşan Çeçen isyancı bir grup tarafından baskın yapıldı ve tiyatro binasında bulunan 850 kişi rehin alındı. [17] Rehine krizinin dördüncü günü Rus özel kuvvetleri tarafından düzenlenen kurtarma operasyonundan 15 dakika önce tiyatro binasına kimyasal bir gaz pompalandı. Rus yetkililer kullanılan gazın ne olduğunu açıklamadı. Yüzlerce rehine “uyku gazı” zehirlenmesi nedeniyle yerel hastanelere götürüldü. [18] Rusya Sağlık Bakanı olaydan 4 gün sonra teröristleri etkisiz hale getirmek için bir fentanil türevinin kullanıldığını duyurdu. Gazın tek başına öldürücü olarak adlandırılmayacağını ifade etti. Bu iddiaya rağmen tiyatrodaki 800 rehineden 127'si (%16) öldü ve hayatta kalanlardan 650'den fazlasının hastaneye kaldırıldı. [19] Hayatta kalan ve Almanya'ya dönen iki kişiden alınan kan ve idrar numunelerinin analizlerinde halotan izleri tespit edildi. Bu hastalardan biri halotan kontaminasyonunun olası bir kaynağı olan solunum cihazına bağlı olmasına rağmen, diğer hasta solunum cihazına bağlanmamıştı. Bu bulgular ve Rus sağlık yetkililerinin açıklamaları bir araya getirildiğinde zehirli gazın, halotan gibi bir ajanla birlikte kombine edilmiş oldukça güçlü bir fentanil türevi olduğu düşünülmektedir. [20]

Bu tarz durumlarda uyku gazı veya sakinleştirici bir maddenin kullanılması, bazı devletler tarafından hayat kurtarmaya yönelik yeni bir girişim olarak görülmektedir. [19] Moskova'daki olaydan dokuz gün sonra ABD Ulusal Araştırma Konseyi, "An Assessment of Non-Lethal Weapons Science and Technology" başlıklı bir kitap yayınladı. Bu çalışmada, ABD Deniz Kuvvetleri'ne, istenmeyen ölüm ve hasarı en aza indiren öldürücü olmayan silahları deniz savaş gereksinimlerine, araştırma ve geliştirme programlarına entegre etmesi gerektiği tavsiye edildi[21].

Sonuçlar

Bu bölümde bazı KBRN olaylarındaki önemli noktalar kısaca açıklanmıştır. Bu olaylar incelendiğinde terör gruplarının KBRN ajanlarını kullanım sıklığının önemli ölçüde arttığı, bazı devletlerin de öldürücü olmayan KBRN ajanlarını kullanmak konusunda istekli olduğu görülmektedir. KBRN ajanları, bazı yüksek profilli vakalarda suikastlar veya suikast girişimleri için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu saldırılar yalnızca belirli kişileri hedef aldığından, adli tıp araçlarının diğer ceza davalarında olduğu gibi uygulanması gerekir.

- [1] James S. Stratagems, combat, and “chemical warfare” in the siege mines of Dura-Europos. *American Journal of Archaeology*. 2011;115(1):69-101.
- [2] Öztürk İ. Afet Tıbbı Açısından KBRN Müdahale Sistemi: Suriye’deki Kimyasal Silah Yaralılarının Yönetimi Örneği. 2019.
- [3] Nations U. United Nations Mission to Investigate Allegations of the Use of Chemical Weapons in the Syrian Arab Republic, Final Report. 2013.
- [4] Fallon K, Kleval N, Sahloul Z, Alnahhas H. A New Normal: Ongoing chemical weapons attacks in Syria: Syrian American Medical Society; 2016.
- [5] Dewey K. Poisonous affairs: Russia’s evolving use of poison in covert operations. *The Nonproliferation Review*. 2023;1-22.
- [6] Trestrail JH. Poisoners Throughout History. *Criminal Poisoning: Investigational Guide for Law Enforcement, Toxicologists, Forensic Scientists, and Attorneys*. 2007:1-27.
- [7] Gessen M. We Now Know More About the Apparent Poisoning of the Pussy Riot Member Pyotr Verzilov. *The New Yorker*. 2018.
- [8] Brunka Z, Ryl J, Brushtulli P, Gromala D, Walczak G, Ziğba S, et al. Selected Political Criminal Poisonings in the Years 1978–2020: Detection and Treatment. *Toxics*. 2022;10(8):468.
- [9] Woolf AD. Yushchenko (dioxin), 2004 and Markov (ricin), 1978: Two political poisonings. *History of Modern Clinical Toxicology*: Elsevier; 2022. p. 183-97.
- [10] Crompton R, Gall D. Georgi Markov—death in a pellet. *Medico-Legal Journal*. 1980;48(2):51-62.
- [11] Wiley RG, Lappi DA. Targeted toxins in pain. *Advanced drug delivery reviews*. 2003;55(8):1043-54.
- [12] Lord MJ, Jolliffe NA, Marsden CJ, Pateman CS, Smith DC, Spooner RA, et al. Ricin: mechanisms of cytotoxicity. *Toxicological reviews*. 2003;22:53-64.
- [13] DeLuca MA, Chai PR, Goralnick E, Erickson TB. Five decades of global chemical terror attacks: data analysis to inform training and preparedness. *Disaster medicine and public health preparedness*. 2021;15(6):750-61.
- [14] Tin D, Ciottone GR. Chemical agent use in terrorist events: a gathering storm requiring enhanced civilian preparedness. *Prehospital and disaster medicine*. 2022;37(3):327-32.
- [15] Vale A. What lessons can we learn from the Japanese sarin attacks? *Przegląd Lekarski*. 2005;62(6):528-32.
- [16] Okumura T, Nomura T, Suzuki T, Sugita M, Takeuchi Y, Naito T, et al. The dark morning: the experiences and lessons learned from the Tokyo subway sarin attack. *Chemical warfare agents: toxicology and treatment*. 2007:277-85.
- [17] Pilch R, Dolnik A. The Moscow theater hostage crisis: the perpetrators, their tactics, and the Russian response. *International Negotiation*. 2003;8(3):577-611.
- [18] Brown D, Baker P. Moscow gas likely a potent narcotic: drug normally used to subdue big game. *Washington Post*. 2002;9.
- [19] Wax PM, Becker CE, Curry SC. Unexpected “gas” casualties in Moscow: a medical toxicology perspective. *Annals of emergency medicine*. 2003;41(5):700-5.
- [20] Enserink M, Stone R. Questions swirl over knockout gas used in hostage crisis. *American Association for the Advancement of Science*; 2002.
- [21] Board NS, Council NR. An assessment of non-lethal weapons science and technology: National Academies Press; 2003.

PANEL VI: KBRN AFETLERİ KRİZ YÖNETİMİ – 2

Oturum Başkanı: Doç. Dr. Semih KORKUT

İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü,

Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği,

T.C. Sağlık Bakanlığı Acil Sağlık Hizmetleri 2018-2021 Genel Müdürü

Oturum Başkanı: Doç. Dr. Eray ÇINAR

T.C. Sağlık Bakanlığı Acil Sağlık Hizmetleri Genel Müdürü

KBRN ALANINDA HASTANE ÖNCESİ ACİL SAĞLIK HİZMETLERİ

Doç. Dr. Semih Korkut

KBRN sadece toksikolojik maruziyet ve uygulanan tıbbi tedaviden ibaret bir alan değildir. Bu özel alanın içerisinde koruma, hazırlık, yönetim, tecrübe, organizasyonlar arası iş birliği gibi multifaktöryel etkenlerin ahenk içinde çalışması ve geliştirilmesi gereken özel bir alandır. Etkenlerin multifaktöryel olması, her basamakta farklı disiplinlerin ve kuruluşların uyum içinde çalışma zorunluluğu olması KBRN yönetimini özel ve zor kılan nedenlerdir. KBRN olayı sonrası hastane öncesi yönetim basamakları: Olayın tanımlanması, güvenlik ve personelin emniyeti, olay yerinin belirlenmesi ve izole edilmesi, dekontaminasyon, örnekleme ve tespit, triyaj ile ilkyardım ve tahliye basamaklarından oluşmaktadır.

Hastane öncesi alanda olayın tanımlanması ve keşif için alana uzman ekipler gelerek sıcak, ılık ve soğuk bölge hatları belirlenir. Sıcak bölge KBRN maddeleri ile kontamine bölge olup ılık bölge sınırı ise KBRN etkeninin tespit edildiği sıcak bölge sınırından itibaren rüzgarın tersi yönde kalan arındırma faaliyetlerinin yürütüldüğü ve bu faaliyetler nedeniyle kirlenme riski bulunan çalışma alanı olarak belirlenir. Dekontaminasyon ekibi tarafından kirliliği daha fazla yaymamak ve daha fazla kayıp vermemek için öncelikle sıcak bölgeden ılık bölgeye geçen yaralı, personel, araç ve teçhizata ılık bölgede arındırma işlemi uygulanır. Ardından olay bölgesinin arındırması yapılır. Arındırmanın en önemli zorluğu herhangi bir KBRN olayından hemen sonra yaralılar olay yerini hızla terk ederler ve ilk 6 saat içinde acil servislere başvurmaya kalkışır ve olay yerindeki yaralılar genellikle ya kendi imkanları ya da olaya direkt maruz kalmayan kişiler tarafından hastaneye ulaştırılmaya çalışılır. Yardım etmeye çalışanların KBRN olaylarına müdahale hakkında bilgisi olmadığından onlarda kontamine olurlar. Hastane öncesi tıbbi müdahale spontan dekontaminasyon, erken toksidrom tanıma, erken antidot uygulama ve detaylı dekontaminasyon aşamasından oluşur.

Hastane öncesi basamakların doğru uygulanması hastane içi mortalite ve morbidite oranını önemli ölçüde azaltır.

KBRN'DE ACİL SERVİS VE YOĞUN BAKIM YAPILANMASI

Doç. Dr. Avni Uygur Seyhan

Kartal Dr. Lütü Kırdar Şehir Hastanesi

1. Karantina Tarihçesi-Urla Karantina Adası

İnsanlığın yaşamış olduğu bulaşıcı hastalık salgını deneyimleri, korunma yollarının geliştirilmesi sürecinin de yaşanmasını sağlamıştır. Hastalık şüphesi taşıyan bireylerle temasın kesilmesi şeklinde başlayan ilk uygulamalar karantina uygulamaları ile daha kapsamlı ve sistematik bir şekil almıştır. Hastalıkların en etkin taşınma yolu, deniz ulaşımı kaynaklı olduğu için ilk karantina uygulamaları büyük limanlara yakın konumlarda bulunan adalarda kırk gün (quarantina) zorunlu izolasyon şeklinde başlamıştır. Süreç içerisinde şüpheli gemilerin kontrolden geçirildiği, dezenfeksiyon işlemlerinin yapıldığı, hastalık şüphesi olanların tedaviye ve izolasyona alındığı tesisler şeklini alan bu uygulama, ülkemizde de günümüze ulaşabilmiş olan ilk karantina tesislerinden biri olan Urla Karantina Adası tesislerinin 1865 yılında inşa edilerek hizmet vermeye başlaması şeklinde uygulanmıştır. Urla Karantina Adası tesisleri incelendiğinde yapı topluluğunda dezenfeksiyon öncesi ve sonrasının çok iyi bir şekilde birbirinden ayrıldığı tespit edilmektedir. Gelen yolcuların tüm kıyafet ve bagajları 120 santigrat derecede dezenfekte edilirken, önceden dezenfekte edilmiş olan banyo kıyafetleri ile yıkanma bölümüne alınan yolcular, banyo çıkışı dezenfekte edilmiş olan kıyafetlerini giyerek doktor muayenesine alınmakta, muayene bulgularına göre geçici konaklama yapılarında zorunlu bekleme ve tedavi sürecine tabi tutulmaktaydılar. Hastalık şüphesi olan bir geminin ne zaman geleceği önceden bilinmediği için karantina tesislerinin sürekli hizmet verebilecek kabiliyette olması gerekmektedir. Bu nedenle günün her saatinde gelen yolculara hizmet verebilmek için sürekli personelin bulundurulması zorunluluğu adaya personelin geliş gidiş sıkıntısı yaşamaması için lojman yapılarının da eklenmesini gerekli kılmıştır. Bu çerçevede Urla Karantina Adası yapı topluluğu incelendiğinde karantina tesislerinin tasarımında ve mekân oluşumunda temelde dört farklı fonksiyonun belirleyici olduğu görülmektedir. Bunlar; dezenfeksiyon, muayene, geçici konaklama ve kalıcı konaklama fonksiyonlarıdır. Bulaşıcı hastalıklarla mücadele sürecinde, kontamine alanlar ile hijyenik alanların kesin ayrımı, izolasyona alınacak hastalık şüphesi olan bireyler, hasta bireyler ve sağlıklı bireylerin birbirinden ayrılması, sürekli personel lojmanları ve idare gibi ihtiyaçlar, yapı gruplarının oluşmasında ve konumlanmasında, yapı fonksiyonlarında, mekânların oluşum ve dizilimlerinde belirleyici olmuştur.



2. Hastanemizde KBRN Olaylarının Yönetimi

Hastane dışı kendiliğinden (112 komuta merkezi bilgisi dışında) KBRN vakaları gelirse; Hastalar ambulans girişinde yer alan ve girişi ayrı olan KBRN arındırma ünitesine alınır.

Hastane dışı 112 komuta merkezi bilgisi dahilinde KBRN vakaları gelirse;

112 Komut Merkezinden bildirim alan acil servis çalışanı (doktor, hemşire vb.) --> Acil Servis Sorumlu Hekimi -->KBRN Sorumlusu --> Acil Servisten Sorumlu Başhekim Yardımcısı şeklinde bildirim yapılır. Kurumlar arası Koordinasyon Sorumlusu ilgili kurumlar ile irtibata geçer.

HAP Planında daha önceden belirlenen alanlarda Triyaj Alanı açılır. (acil servisin yakınındaki ve acil servisle bağlantısı olmayan mesafedeki, acil servise giden hasta/hasta yakını/personel/halkın etkilenmeyeceği mesafedeki açık misafir otoparkı)

Güvenlik Sorumlusu tarafından; Hastane içi bölümlerin güvenliği sağlanarak giriş ve çıkışlar engellenir. Bunun için emniyet teşkilatından yardım alınarak hastane acil bariyeri oluşturulur. İzdihamın önlenmesi ve sağlık personelinin emniyeti için gerekli güvenlik tedbirleri alınır.

KBRN (Arındırma) ünitesi açılır. Arındırma alanının özel güvenlik personeli tarafından (gerekirse emniyet teşkilatından yardım alınarak) güvenliği sağlanır. KBRN ünitesinin giriş bölgesi emniyet şeridi ile kapatılır.

KBRN arındırma ünitesi hastanenin ortak kullanım alanının dışında, hastaların yoğun dolaşım alanlarının dışında bulunan acil servis ambulans noktasında ayrı bir giriş ile konumlandırılmıştır.

KBRN arındırma ünitesi zemini, suyun akışını kolaylaştıracak şekilde eğimli ve diğer alanlara suyun gitmesini engelleyecek şekilde düzenlenmiştir ve su gideri ayrı olup tehlikeli atık su deposunda toplanmaktadır. KBRN arındırma ünitesi içinde bulunan sedye, yerden en az 50 cm yüksekte, en az 80 cm eninde, 200 cm boyunda ızgaralı/delikli kolay taşınabilir bir malzemeden yapılmıştır. Ünite içerisinde soğuk ve sıcak su tesisatı bulunmaktadır. Duşlar Bay ve Bayan olmak üzere ikiye ayrılmış ve her bir odada 3 duş başlığı mevcuttur. Duşlar arasında ise 1,5 metrelik mesafe vardır. İç duvarları kolay temizlenebilir, su geçirmez bir malzeme ile kaplanmıştır. Arındırma ünitesi girişi, içi ve çıkışında yeterli aydınlatma mevcuttur. KBRN arındırma ünitesinin girişinde ve çıkışında kamera bulunmaktadır. KBRN arındırma ünitesinin havalandırması ayrı olup, dışarıdan içeriği göstermeyen iki adet büyük camı mevcuttur. Arındırma ünitemizin içinde gerekli tüm koruyucu ekipmanların ve malzemelerin bulunduğu depo mevcuttur.

Tehdit ve tehlike bölgesinden arındırılmadan bir şekilde hastaneye ulaşan tüm kişilere Triage Alanına yönlendirilir. Dekontaminasyon prosedürlerinin yönetimi ve kontamine olan hastalara akut bakım hizmeti sunumuna dâhil olan personel, kişisel koruyucu ekipman giyer ve Olay Yönetim Ekibi Tarafından Müdahalenin Yönetimine ve Standart Operasyon Prosedürlerine harfiyen uyulur.

Kimyasal olaylara uygulanan özel triyaj kurallarına tamamen riayet edilir. Triage; hastaneye kabul, resüsitasyon ve tedavi aşamasında vb. her aşamada yapılır. Triage yapılan kişiler triage durumuna göre belirlenen Kirli Bekleme Alanına (yeşil ve sarı) veya direkt olarak KBRN ünitesine (kırmızı) alınır. KBRN ünitesinde hastalar usulüne uygun şekilde yıkanarak dekontamine edilir. Dekontaminasyon işlemi için hasta/yaralının yürüyebilirliği, cinsiyeti, engelli olması, gebe olması, yaşlı olması gibi benzer durumları kültürel öğelerle birlikte dikkate alınır. Arındırma işleminin ardından hastalar İzole Gözleme alınır. Acil serviste muayene ve tıbbi yardım yapılan hastalar işlemleri aynı şekilde aksamadan devam eder. Dekontamine öncesi siyah alana ayrılan kişiler ise ceset torbasına konularak resimleri çekilerek izole edilen bir yerde bekletilir

Hasta kabulünün sona ermesiyle; görev yapan personel, dekontaminasyon ünitesi ve alanı arındırılır. Dekontaminasyon ekibinde yer alan personel arındırılarak, sağlık durumları izlenir. Hasta gelişi bittikten sonra İtfaiye ekipleri tarafından açılmışsa Triyaj alanı ile hastane bahçesinin arındırılma işlemleri yapılır.

Hastaların tedavi ve bakımları sırasında ortaya çıkan tehlikeli atık suları tehlikeli atık su deposunda toplanır. Depoda toplanan tehlikeli atık suları ise İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi (İSTAÇ) tarafından alınarak imha edilir.



KBRN dekontaminasyon ünitesi girişi



İzole gözlem ünitesi

Kaynaklar

- [1] Cebe, M. (2021). Urla karantina adası tesisleri mekansal analizi. Turkish Studies (Elektronik), 16(4), 1203-1220.
- [2] T. C. Sağlık Bakanlığı KBRN Yönergesi
- [3] Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi KBRN Tehlikeleri Yönetim Prosedürü

YAZAR / KATILIMCI LİSTESİ

No	Ad-Soyad	Kurum Adı	E-mail
1	Prof. Dr. Ali SINAĞ	Istanbul Aydın Üniversitesi	
2	Prof. Dr. M. Reşat BAŞAR	Istanbul Aydın Üniversitesi	mresatbasar@aydin.edu.tr
3	Prof. Dr. Zafer ASLAN	Istanbul Aydın Üniversitesi	zaferaslan@aydin.edu.tr
4	Prof. Dr. Levent KENAR	Ankara CBRN Defence	lkenarmd@gmail.com
5	Prof. Dr. Selçuk KILIÇ	Ankara Sağlık Bilimleri Üniversitesi	mdskilic@gmail.com
6	Prof. Dr. Halit Tanju BESLER	Istanbul Aydın Üniversitesi	
7	Doç. Dr. Şükrü YORULMAZ	T.C. Sağlık Bakanlığı	
8	Dr. Burçak ÇABUK	Milli Savunma Bakanlığı	
9	Prof. Dr. M. Tunaya KALKAN	Istanbul Aydın Üniversitesi	mtunayakalkan@aydin.edu.tr
10	Dr. Alpay AKGÜÇ	Istanbul Bilgi Üniversitesi	alpay.akguc@bilgi.edu.tr
11	Yakup ARTIK	Artikal Lab	info@artikallab.com.tr
12	Prof. Dr. Beril TUĞRUL	İstanbul Teknik Üniversitesi	beril@beriltugrul.info
13	Oğuzhan AKYENER	TESPAM	oakyener@tespam.org
14	Doç. Dr. Aslı AYAN	Ankara Sağlık Bilimleri Üniversitesi	drasliayan@yahoo.com
15	Dr. Esra Ergün ALIŞ	Istanbul Aydın Üniversitesi	esraergun@aydin.edu.tr
16	Selim ALTINARIK	UMKE	
17	Uzm. Dr. Bengü MUTLU SARIÇİÇEK	Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi	bngmtl@gmail.com
18	Doç. Dr. Aynur ŞAHİN	Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi	
19	Dr. Öğr. Üyesi Nurdan YILMAZ ŞAHİN	Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi	
20	Doç. Dr. Emel MUSLUOĞLU	TÜBİTAK	emel.musluoglu@tubitak.gov.tr
21	Uzm. Dr. Nefise Büşra ÇELİK	Kırklareli Eğitim Araştırma Hastanesi	
22	Prof. Dr. Sadık TOPRAK	İstanbul Üniversitesi	sadiktoprak@istanbul.edu.tr
23	Doç. Dr. Semih KORKUT	Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi	
24	Doç. Dr. Eray ÇINAR	T.C. Sağlık Bakanlığı	
25	Doç. Dr. Avni Uygur SEYHAN	Kartal Dr. Lütfi Kırdar Şehir Hastanesi	
26	Öğr. Görevlisi Altan ATİK	Istanbul Aydın Üniversitesi	altanatik@aydin.edu.tr
27	Doktorant Süreyya KUMRU	İstanbul Aydın Üniversitesi	sureyyakumru@aydin.edu.tr

İSTANBUL KBRN GÜNLERİ SEMPOZYUM KİTABI



**İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
YAYINLARI**